

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek
humanismusforschung seit 1945 [neunzehnhundert-
fünfundvierzig]: ein Bericht aus inter-
disziplinärer Sicht / dt. forschungsgemeinschaft.
(mitteilung / deutsche forschungsgemein-
schaft, kommission für humanismusforschung;
2)

ISBN 3-7646-1631-8

NE: Deutsche Forschungsgemeinschaft



1849

Harald Boldt Verlag
5407 Boppard, Postfach 110
ISBN: 3 7646 1631 8

© 1975
Deutsche Forschungsgemeinschaft
53 Bonn-Bad Godesberg 1, Kennedyallee 40
Telefon (0 22 21) 88 11
Telegrammanschrift: Forschungsgemeinschaft
Herstellung: boldt druck boppard gmbh

RENAISSANCE DER NATURWISSENSCHAFTEN – NATURWISSENSCHAFTEN DER RENAISSANCE

EIN ÜBERBLICK ÜBER DIE NACHKRIEGSLITERATUR

VON FRITZ KRAFFT

Es sind jetzt 120 Jahre vergangen, seitdem Jules Michelet es erstmals wagte, im Anschluß an hegelsche Geschichtsphilosophie das 16. Jahrhundert als große Kulturwende mit dem Sigel einer eigenständigen Epoche zu versehen¹, der er den von Literaten und Gelehrten dieser Zeit für ihr eigenes Tun selbstgewählten Namen „Renaissance“ gab (als Untertitel des siebten Teils seiner „Histoire de France“, 1855). Jacob Burckhardt, der zur selben Zeit im „Cicerone“ den Begriff noch auf die italienische Kunst beschränkte, sprach dann 1860 ebenfalls von der „Kultur der Renaissance in Italien“, wenn für ihn auch Ausgangspunkt und Anlaß die erlebte italienische Kunst der Renaissance gewesen war und blieb, in der sich die größte Leistung der italienischen Renaissance, die Entdeckung des individuellen Menschen, am deutlichsten manifestierte². Renaissance war damit eine in sich abgeschlossene Kulturepoche geworden, geprägt durch den Willen und die Kraft zur Erneuerung der Kultur aus der Rückbesinnung auf die Leistung der klassischen Antike. Der Epochenbegriff Burckhardts wurde, nicht zuletzt durch die vorbildliche Darstellung dieser Kulturgeschichte einer Epoche – die auch den Inhalt einer „Kulturgeschichte“ nachhaltig bestimmte³ –, rasch aufgenommen, bis in einer ersten kritischen Phase der Legiti-

¹ F. Simone, *Il contributo di Michelet alla diffusione del termine e del concetto di „Renaissance“* (suggerimento per nuove ricerche), in: Studi ... in onore di P. Trompeo, Napoli (1959), 283-298.

² W. Kaegi, *Jacob Burckhardt: Eine Biographie*, 4 Bde, Basel 1946-1953.

³ Insbesondere sowohl inhaltlich als auch umfangsmäßig bezüglich der Berücksichtigung der „Naturwissenschaft“, die von ihm auf nicht ganz vier Seiten des Kapitels „Die Naturwissenschaft in Italien“ im vierten Abschnitt (J. Burckhardt, *Kunst und Kultur der Renaissance in Italien*, Köln [1953]), 133-136) oberflächlich abgetan wird. Poesie, bildende Künste, Architektur und Modeerscheinungen bestimmen seitdem neben den Regierungs- und (in zunehmendem Maße) Gesellschaftsformen den Inhalt einer „Kulturgeschichte“, ergänzt durch magische und geheimbündlerische Tätigkeiten einschließlich der Astrologie und Alchemie (Burckhardt a.a.O. 236-251: „Verflechtung von antikem und neuerem Aberglauben“).

mität der Abgrenzung einer derartigen Epoche vom (vormals dunklen) Mittelalter stark angezweifelt und die Originalität der Renaissance gegenüber früheren oder späteren Zeiten geleugnet wurde⁴: Das eigentliche Jahrhundert einer Renaissance sei das zwölfte nachchristliche⁵.

Gerade von den Naturwissenschaften her wäre es auch durchaus sinnvoll, wenn nicht die Zeit der Übernahme griechischer Schriften und Kenntnisse (nur philosophische und wissenschaftliche Literatur) durch den islamischen Kulturbereich (8.-11. Jahrhundert)⁶, so doch die Zeit

⁴ Noch D. Cantimori, *La periodizzazione del Rinascimento*, in: *Relazioni del X Congresso internazionale di scienze storiche*, Bd 4, Firenze (1953) 307-334.

⁵ C. H. Haskins, *The renaissance of the twelfth century*, Cambridge/Mass. 1927; J. Boulenger, *Le vrai siècle de la renaissance*, in: *Humanisme et Renaissance* 1 (1934). — G. Barraclough, *History in a changing world*, Oxford 1955 (78). — *Twelfth-Century Europe and the foundations of modern society*, edited by M. Clagett/G. Post/R. Reynolds, Madison etc. 1961 (1966); vgl. insbes. die „Introduction“ der Herausgeber (V—XI; V: „It [sc. the twelfth century] was more than another ‚renaissance‘.“).

⁶ *The Encyclopaedia of Islam*, New edition, edited by H. A. Gibbs/J. H. Kramers, Bd. 1 ff., Leiden 1960 ff., besonders s. v. Aflātūn [= Platon], Aristūtālīs, Buruklūs [Proklos], Furfūriyūs [Porphyrios], Hirmis [Hermes Trismegistos] usw.; M. Ullmann, *Die Natur- und Geheimwissenschaften im Islam*. (Handbuch der Orientalistik, Erste Abteilung, Ergänzungsband VI, Zweiter Abschnitt), Leiden 1972; F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd 3: *Medizin, Pharmazie, Zoologie, Tierheilkunde bis ca. 430 H.*, Leiden 1970, Bd. 4: *Alchemie, Chemie, Botanik, Agrikultur bis ca. 430 H.*, Leiden 1971 (Bd. 5 wird die arabischen Übersetzer enthalten). — Die ältere Literatur ist zusammengestellt bei G. Sarton, *Introduction to the history of science*, Bd. 1, Baltimore 1927 („From Homer to Omar Khayyam“), neuere, allerdings ohne die Naturwissenschaften und Technik betreffende, im *Index Islamicus: A catalogue of articles on Islamic subjects published in periodicals and other collective publications during the years 1906-1955*, Compiled by J. D. Pearson and J. F. Ashton, Cambridge 1958; Supplement, 1956-1960, Compiled by J. D. Pearson, Cambridge 1962. — S. H. Nasr, *An introduction to Islamic cosmological doctrines*, Cambridge/Mass. 1964; derselbe, *Islamic scientific thought*, London 1966; derselbe, *Science and civilization in Islam*, Cambridge/Mass. 1968. — C. A. Nallino, *Les premières versions arabes de Ptolémée*, in: *Raccolta di scritti editi e inediti*, Bd 5, Roma 1944, 459-463 (zu Ptolemaios siehe auch unten Anm. 10); A. Badawī, *Aristoteles apud Arabes*, Kairo 1947; Del. O'Leary, *How Greek science passed to the Arabs*, London 1949; R. Paret, *Der Islam und das griechische Bildungs-*

der gierigen Aufnahme dieser Schriften und Kenntnisse im lateinischen Mittelalter durch die Übersetzung vorwiegend aus dem Arabischen ins Lateinische in Unteritalien und Spanien⁷, also das 12. (und 13.) Jahrhundert als „Renaissance“ im Sinne einer Wiedergeburt der Antike an-

gut, Tübingen 1950; R. Walzer, *New light on the Arabic translations of Aristotle*, in: *Oriens* 6 (1953), 91-143; derselbe: *Greek into Arabic: Essays on Islamic philosophy*, Cambridge/Mass. 1962; derselbe: *Platonismus in der islamischen Philosophie (arabische Übersetzungen aus dem Griechischen)*, in: *Antike und Orient im Mittelalter, Vorträge der Kölner Mediaevistentagungen 1956-1959*, hrsg. von P. Wilpert (*Miscellanea Mediaevalia*, Bd 1), Berlin 1962, 179-195, und in: *Platonismus in der Philosophie des Mittelalters*, hrsg. von W. Beierwaltes, Darmstadt 1969, 440-461; G. E. von Grunebaum, *Der Islam im Mittelalter*, Zürich/Stuttgart 1963; F. Rosenthal, *Das Fortleben der Antike im Islam* (*Bibliothek des Morgenlandes*, Bd 2), Zürich/Stuttgart 1965; H. L. Gottschalk, *Die Rezeption der antiken Wissenschaften durch den Islam*, Graz/Wien/Köln 1965 (*Österr. Ak. d. Wiss., Anzeiger phil.-hist. Kl.* 1965, So. 7); F. E. Peters, *Aristoteles Arabus: The oriental translations and commentaries on the Aristotelian Corpus*, New York 1968; I. Opelt, *Griechische Philosophie bei den Arabern*, München 1970; *Islamic philosophy and the classical tradition: Essays presented ... to R. Walzer on his 70th birthday*, hrsg. von S. M. Stern/A. Hourani/V. Brown, London 1972; A. Badawī, *Commentaires sur Aristote perdus en grec et autres épîtres*, Beirut 1972. — Wieder greifbar sind: M. Steinschneider, *Die arabischen Übersetzungen aus dem Griechischen* [ursprünglich 1889-1896], 1960, und: H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* [Leipzig 1900, Nachträge 1902 und von H. P. J. Renaud in: *Isis* 18 (1932), 166-183], 1972.

⁷ Zusammenfassung der älteren Literatur, neben H. Suter a.a.O. (Anm. 6), gibt: G. Sarton, *Introduction to the history of Science*, 3 Bd.e in 5, Baltimore 1927-1948 (bes. Bd. 2: „From Rabbi Ben Ezra, to Roger Bacon“ [1931]; an die Renaissance heran führt Bd. 3: „Science and learning in the fourteenth century“ [1947/48]); F. Pelster, *Neuere Forschungen über die Aristotelesübersetzungen des 12. und 13. Jahrhunderts: Eine kritische Übersicht*, in: *Gregorianum* 30 (1949), 46-77; wichtige neuere Literatur ist: R. Walzer, *Arabic transmission of Greek thought to medieval Europe*, in: *Bulletin of the John Rylands Library, Manchester* 29 (1945/46), 160-183; J. de Ghellinck, *L'essor de la littérature latine au XIIe siècle*, 2 Bd.e, Bruxelles 1946; M. Grabmann, *Guglielmo di Moerbeke, il traduttore delle opere di Aristotele*, Roma 1946; F. J. Carmody, *Arabic astronomical and astrological sciences in Latin translation: A critical bibliography*, Berkeley/Los Angeles 1956; R. Lemay, *Abu Ma'shar and Latin Aristotelianism in the twelfth century: The recovery of Aristotle's natural philosophy*

zusprechen — zumal im 12. und 13. Jahrhundert auch der griechisch-byzantinische Einfluß auf die lateinische Geisteswelt relativ stark war und auch direkte Übersetzungen griechischer Originale ins Lateinische vorgenommen wurden⁸: Die erste lateinische Übertragung der „Syntaxis

through Arabic astrology, Beirut 1962; M. Clagett, *Archimedes in the Middle Ages*, Bd 1, Madison etc. 1964; L. Thorndike, *Michael Scot*, London 1965; F. van Steenberghen, *Aristotle in the west: The origins of Latin Aristotelism* (translated by L. Johnston), Louvain 1955, ²1971 [ursprünglich: *Aristote en Occident*, Louvain 1946]; G. F. Hourani, *The medieval translations from Arabic to Latin made in Spain*, in: *Muslim World* 62 (1972), 97-114. Noch unentbehrlich, wenn auch vielfach überholt: M. Steinschneider, *Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen, bis Mitte des 17. Jahrhunderts*, Wien 1904/05. — Nur diese frühe Zeit der Aristoteles-Rezeption im lateinischen Mittelalter umfassen auch die Unternehmen des *Corpus philosophorum medii aevi*: *Aristoteles Latinus*, *Plato Latinus*, *Avicenna Latinus* und des *Corpus Latinum commentariorum in Aristotelem Graecorum* (Louvain), die hier stellvertretend für die Fülle von neueren Ausgaben arabischer Texte in lateinischen Übersetzungen stehen sollen; zu ersterem gehören die Verzeichnisse von G. Lacombe, *Aristoteles Latinus: Codices I/II*, Rom 1939 (²Bruges/Paris 1957)/Cambridge 1955, und L. Minio-Paluello: *Aristoteles Latinus: Codices. Supplementa altera*, Bruges/Paris 1961 (mit einem Kapitel: „Translatio-num Aristotelicarum medii aevi historia“), vgl. L. Minio-Paluello, *L'Aristoteles Latinus*, in: *Studi Medievali*, 3 séries, I 1 (1960), 304-327. Ergänzungen bieten: A. Zimmermann, *Verzeichnis ungedruckter Kommentare zur Metaphysik und Physik des Aristoteles aus der Zeit von etwa 1250-1350*, Leiden/Köln 1971, und: Ch. H. Lohr, *Medieval Latin Aristotle commentaries: authors Abbo — ...*, in: *Traditio* 23 (1967), 313-413, 24 (1968), 149-245, 26 (1970), 135-216, 27 (1971), 251-351, 28 (1972), 281-396, 29 (1973), 93-198. Weiteres unter den in Anm. 6 genannten Titeln von Sammelwerken.

- ⁸ K. M. Setton, *The Byzantine background to the Italian renaissance*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 100 (1956), 1-76; M. D. Chenu, *La théologie au douzième siècle*, Paris 1957; W. Ohnsorge, *Abendland und Byzanz*, Darmstadt 1958; M. V. Anastos, *Byzantine influence on Latin thought*, in: *Twelfth-century Europe and the foundations of modern society*, edited by M. Clagett/G. Post/R. Reynolds, Madison etc. 1961 (1966, 131-188, 170f. Literatur zu den Griechisch-Kenntnissen des späteren lateinischen Mittelalters), derselbe, *The mind of Byzantium*, New York 1961 (vgl. bes. die Kapitel „Constantinople and Rome“ und „The knowledge of Greek in the West during the Middle Ages and the renaissance“). Siehe auch Anm. 44.

mathematike“ des Klaudios Ptolemaios ging z. B. von einer griechischen Handschrift aus (um 1160 in Palermo)⁹. Bezeichnenderweise wurde sie aber verdrängt durch die Übersetzung, die Gerhard von Cremona (1114-1187) 1175 in Toledo aus dem Arabischen anfertigte¹⁰.

Aber schon dieser Umstand zeigt, daß es dieser Zeit weniger um ein bestimmtes, nämlich das unverfälschte griechische Wissen als um ein naturwissenschaftliches und mathematisches Wissen überhaupt ging, nicht um die Wiedererneuerung einer alten, abgebrochenen Tradition wie in der Renaissance des 15. und 16. Jahrhunderts, sondern um die bloße Übernahme vorhandener Kenntnisse und Schriften, die bisher unbekannt geblieben waren – und im Zuge der Scholastik mit den christlichen Lehren in Übereinstimmung gebracht werden mußten. Außerdem war die Vermittlung griechischen Denkens auf diesem Umwege auf Philosophie, Mathematik und Naturwissenschaften beschränkt, während die Rückbesinnung der eigentlichen Renaissance eine umfassende ist, bei deren Darstellung umgekehrt allzu leicht Mathematik und Naturwissenschaften in Vergessenheit geraten¹¹.

Die Nachkriegszeit hat sich wieder dem burckhardtschen Renaissancebild angenähert, wenn auch die Kritik daran zu manchen Differenzierungen geführt hat (insbesondere bezüglich des dynamischen Werdens anstelle des statischen Seins der Renaissance) – ohne daß in diesem Zusammenhang die Diskussion um den Renaissance-Begriff erörtert werden könnte¹²: Erst nachdem die klassische Antike als in sich abge-

⁹ E. Jamison, *Admiral Eugenius of Sicily: His life and work*, Oxford 1957 (3-5, 21 ff., 302 f.); vgl. auch die „Introduction historique“ zu: *L'optique de Claude Ptolémée dans la version latine d'après l'arabe de l'émire Eugène de Sicile: Edition critique et exégétique* par A. Lejeune, Louvain 1956.

¹⁰ P. Kunitzsch, *Der Almagest: Die Syntaxis Mathematica des Claudius Ptolemäus in arabisch-lateinischer Überlieferung*, Wiesbaden 1973.

¹¹ Vgl. Anm. 3; ähnlich knapp etwa bei W. Durant, *The story of civilization*, vol. 5: *The renaissance*, New York 1953 (dt. Bern 1955, 21961: *Die Renaissance: Eine Kulturgeschichte Italiens von 1304 bis 1576*); G. C. Sellery, *The renaissance: Its nature and origins*, Madison 1950 (1962); D. Hay, *The Italian renaissance in its historical background*, London 1961.

¹² Vgl. die kritischen Darstellungen von: J. Huizinga, *Das Problem der Renaissance: Renaissance und Realismus*, Darmstadt 21967 [1920/1929]; W. K. Ferguson, *The renaissance in historical thought: Five centuries of interpretation*, Boston 1948 [französisch: *La renaissance dans la pensée*

schlossene, nicht direkt wirkende, sondern untergegangene Kultur-
epoche betrachtet wurde, war aufgrund dieses neuen Geschichtsbewußt-
seins der Humanisten¹³ die erforderliche Distanz zur klassischen Antike

historique, Paris 1950]; F. Schalk, *Zur Interpretation des Humanismus und der Renaissance*, in: *Wissenschaftliche Annalen* 6 (1957), 93-100; P. O. Kristeller, *Renaissanceforschung und Altertumswissenschaft*, in: *Forschungen und Fortschritte* 33 (1959), 363-369; E. Panofsky, *Renaissance and Renascences in western art*, Stockholm (1960, ²1965); H. Baron, *Burckhardt's „Civilization of the renaissance“ a century after its publication*, in: *Renaissance News* 13 (1960), 207-222; *Jacob Burckhardt and the renaissance 100 years after: Papers on the great historian read at the meeting of the Central Renaissance Conference celebrating the centenary of the publication of „Die Cultur der Renaissance in Italien“*, Lawrence, Kansas 1960; *The renaissance: A reconsideration of the theories and interpretations of the age*, edited by T. Helton, Madison 1961 (1964), darin 27-52: P. O. Kristeller, *Changing views of the intellectual history of the renaissance since Jacob Burckhardt*; A. Buck, *Gab es einen Humanismus im Mittelalter?*, in: *Romanische Forschungen* 15 (1963), 213-230; P. O. Kristeller, *Studies on renaissance humanism during the last twenty years*, in: *Studies in the Renaissance* 9 (1962), 7-30; K. Reichenberger, *Historische Wandlungen des Renaissancebegriffs seit Burckhardt: Ergebnisse und Deutungen des Symposiums der Medieval-Renaissance-Guild*, in: *Literaturwissenschaftliches Jahrbuch*, N. F. 5 (1964), 433-444; D. Wuttke, *Deutsche Germanistik und Renaissance-Forschung: Ein Vortrag zur Forschungslage*, (*Respublica literaria*, Bd 3) Bad Homburg etc. (1968); *Zu Begriff und Problem der Renaissance*, hrsg. von A. Buck, Darmstadt 1969, darin u. a. 1-36: A. Buck, *Zu Begriff und Problem der Renaissance*, 37-95: Delio Cantimori, *Zur Geschichte des Begriffes „Renaissance“* [ursprünglich: *Sulla storia del concetto di rinascimento*, in: *Annali della R. Scuola Normale Superiore di Pisa*, Serie II, 1 (1932), 229-268; siehe auch Anm. 4], 96-121: H. W. Eppelsheimer, *Das Renaissance-Problem* [ursprünglich in: *Deutsche Vierteljahrsschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte* 11 (1933), 477-500], 122-150: Franco Simone, *Das Mittelalter, die Renaissance und die moderne Forschung* [ursprünglich: *Le moyen âge, la renaissance et la critique moderne*, in: *Revue de littérature comparée* 18 (1938), 411-435], 263-279: B. L. Ullman, *Renaissance — Das Wort und der ihm zugrunde liegende Begriff* [ursprünglich: *Renaissance — the word and the underlying concept*, in: *Studies in Philology* 49 (1952), 105—118].

¹³ E. Garin, *Il concetto della storia nel pensiero del rinascimento*, in: *Rivista critica della storia della filosofia* 6 (1951), 108-118 [auch in deutscher

gewonnen worden, um sie über die dunkle Zeit des Mittelalters hin auf-
 erstehen lassen zu können als „Licht“, das die eigene Zeit beleuchtet
 und für deren Literatur, Kunst, Philosophie, Wissenschaft und Gesell-
 schaft befruchtendes und fruchtbar zu machendes Element ist. Der er-
 zieherische Auftrag, den die Humanisten sich damit geben – und der
 später in Gelehrsamkeit ausartet –, ist das entscheidende Moment, das
 die Renaissance des 15. und 16. Jahrhunderts von allen anderen, spä-
 ter so genannten „Renaissancen“ abhebt – das erzieherische Moment
 mit den antiken Autoren als Lehrmeister¹⁴. Zum Bewußtsein der zeitli-
 chen Distanz und Unterbrechung der Tradition kommt also das der Di-
 stanz des Schülers vom Lehrer, die natürlich nicht ausschließt, daß der
 Schüler den Lehrer letztlich übertrifft, daß dieser ihm nichts mehr zu sa-
 gen hat – und damit eine neue Epoche anbricht. Diese zweite, von Re-
 naissance-Humanisten selbst empfundene und ausgesprochene Di-

Übersetzung: *Der Begriff der Geschichte in der Philosophie der Renaissance*, in: *Zu Begriff und Problem der Renaissance*, hrsg. von A. Buck, Darmstadt 1969, 245-262]; A. Buck, *Das Geschichtsdenken der Renaissance*, Krefeld 1957; A. Klempt, *Die Säkularisierung der universalhistorischen Auffassung: Zum Wandel des Geschichtsdenkens im 16. und 17. Jahrhundert*, Göttingen 1960; J. Gadol 1965 a. a. O. (Anm. 94), 399-402.

- ¹⁴ P. O. Kristeller, *Humanism and scholasticism in the Italian renaissance*, in: *Byzantium* 17 (1944/45) 346-374 (auch in: derselbe, *Studies in Renaissance thought and letters*, Roma 1956, 553–583); H. Weisinger, *Renaissance accounts of the revival of learning*, in: *Studies in Philology* 45 (1948), 105-118, deutsche Übersetzung: *Die Erneuerung der Bildung in Selbstzeugnissen der Renaissance*, in: *Zu Begriff ... 1969 a.a.O.* (Anm. 12), 228-244; G. Saitta, *Il pensiero italiano nell' umanesimo e nel rinascimento*, Bologna 1949-1951; E. Garin, *Der italienische Humanismus*, Bern 1947 (italienisch: *L'umanesimo italiano*, Bari 1952); derselbe, *L'educazione in Europa (1400-1600)*, Bari 1957, deutsche Übersetzung mit umfangreicher Quellenauswahl durch E. Grassi und E. Keßler unter dem Titel: *Geschichte und Dokumente der abendländischen Pädagogik*, 3 Bde, Reinbek bei Hamburg 1964-1967 (I: Mittelalter, II: Humanismus, III: Von der Reformation bis John Locke); derselbe, *Scienza e vita civile nel rinascimento italiano*, Bari 1965; derselbe, *La cultura del rinascimento*, Bari 1967; A. Renaudet, *Humanisme et renaissance*, Genève 1958; A. Chastel/R. Klein, *L'Europe de la renaissance: L'age de l'humanisme*, Bruxelles 1963 (deutsch: *Die Welt des Humanismus: Europa 1480-1530*, München 1963); P. O. Kristeller, *Eight philosophers of the Italian renaissance*, Stanford 1964 (1966).

stanz¹⁵ beinhaltet aber gleichzeitig auch ein mit der Folgezeit weitmaschig verzahntes Ende: Nicht in allen Fragen überwindet der Schüler seine Lehrer gleichzeitig. Besonders in den Naturwissenschaften gibt es hier beträchtliche Phasenverschiebungen, die für die Biologie und Medizin teilweise bis ins 19. Jahrhundert reichen, in der Astronomie aber schon in der Person Johannes Keplers zur Neugestaltung führen.

Waren es gerade die Naturwissenschaften gewesen, welche scheinbar die Berechtigung lieferten, den Begriff der Renaissance auf das 12. Jahrhundert zu übertragen, so waren sie es auch, welche bei dem Versuch, gegenüber Burckhardts Renaissance-Epoche die Kontinuität des gesamten Mittelalters zu betonen und das von der Mediävistik als negativ beurteilte 14. (und 15.) Jahrhundert des Nominalismus als Vorläufer und Wegbereiter neuzeitlicher Naturwissenschaft positiv aufzuwerten, die Hauptrolle spielten¹⁶. Insbesondere seit Pierre Duhem¹⁷, einem entschiedenen Positivisten, werden die nominalistischen Erörterungen als unmittelbare Anstöße zur Neuzeit aufgefaßt; die Renaissance scheint hier als Ablösung der Spätscholastik und interregnisches Va-

¹⁵ Vgl. die zusammenfassende Diskussion bei A. Buck, *Zu Begriff und Problem der Renaissance*, a.a.O. (Anm. 12), bes. 1-17. — G. Harig, *From the critique of scholasticism to the critique of antiquity*, in: *Organon* 4 (1967), 19-26; A. Buck, *Die ‚Querelle des anciens et des modernes‘ im italienischen Selbstverständnis der Renaissance und des Barock*, (Sitzungsberichte der Wissenschaftlichen Gesellschaft an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt/Main, Bd 11, Nr. 1) Wiesbaden 1973 [zum damit verbundenen Dekadenbewußtsein].

¹⁶ K. A. Sprengard, *Systematisch-historische Untersuchungen zur Philosophie des XIV. Jahrhunderts: Ein Beitrag zur Kritik an der herrschenden spätscholastischen Mediaevistik*, Bd. 1, Bonn 1967 (Mainzer philosophische Forschungen, Bd 3a): Die Anfänge der modernen Wissenschaft im XIV. Jahrhundert, Studien zur Überprüfung des gegenwärtigen Geschichtsbildes.

¹⁷ P. Duhem, *Etudes sur Leonardo da Vinci*, 3 Bde, Paris 1906-1913 (Neudruck 1955); derselbe, *Le système du monde: Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Bd. 1-5, Paris 1913-1917, Bd. 6-10, posthum Paris 1954-1959, bes. Bd. 7-8: *La physique parisienne au XVe siècle*. Hierzu vgl. E. Rosen, *Renaissance science as seen by Burckhardt and his successors*, in: *The renaissance...*, edited by T. Helton 1961 a.a.O. (Anm. 12), 77-103, und J. H. Randall Jr., *The Career of philosophy: From the Middle Ages to the enlightenment*, Vol. 1, New York 1962, 267-283.

kuum die Entwicklung nur aufgehalten und negativ beeinflußt zu haben (wenn sie für die Entwicklung der Naturwissenschaften sich überhaupt zeitlich ausgewirkt haben soll). Die Kritik an der burckhardtschen Diskontinuität des Mittelalters schuf damit neue Einsichten in die Kontinuität vom 12. zum 14. Jahrhundert und von dort zur Neuzeit, welche anstelle des spätscholastischen Nominalismus die Renaissance als die hemmende und aufhaltende Unterbrechung auffaßten — jedenfalls für den Bereich der Naturwissenschaften. Die Nominalisten haben bewußt die Bande zum Alten abgebrochen (— also die Möglichkeit der „Re-naissance“ des Alten im oben skizzierten Sinne auch dieser Zeit und speziell für die Philosophie und Naturwissenschaften mit geschaffen! —) und etwas „Neues“ geschaffen.

Die Historiker der Naturwissenschaften, heutzutage ausschließlich vorwärts blickender Wissenschaften, nahmen sich fast ohne Ausnahme dieser positiv vorwärtsgerichteten Sehweise des Positivisten Duhem an. Eine rückwärtsgerichtete „Re-naissance“ paßt auch heute noch wenig in ihr Konzept, obgleich Anneliese Maier in grundlegenden, von sorgfältigen Quellenstudien ausgehenden Untersuchungen den Mythos von der Modernität des 14. Jahrhunderts weitgehend zerstört hat¹⁸. Der Einfluß des Nominalismus auf die Begründung neuzeitlicher Naturwissenschaft wird weiterhin zu hoch eingeschätzt¹⁹, und das 16. Jahrhun-

¹⁸ A. Maier, *Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik*. 5 Bd.e; I: *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert*, Roma 1949, II: *Zwei Grundprobleme der scholastischen Naturphilosophie: Das Problem der intensiven Größe, die Impetustheorie*, Roma 21951, III: *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft: Die Struktur der materiellen Substanz, das Problem der Gravitation, die Mathematik der Formlatituden*, Roma 21952 [Essen 1943], IV: *Metaphysische Hintergründe der spätscholastischen Naturphilosophie*, Roma 1955; V: *Zwischen Philosophie und Mechanik: Studien zur Naturphilosophie des XIV. Jahrhunderts*, Roma 1958; dieselbe, *Ausgehendes Mittelalter: Gesammelte Aufsätze zur Geistesgeschichte des 14. Jahrhunderts*, 2 Bde, Roma 1964-1967. — Vgl. *Studien zur Naturphilosophie ...*, Bd. 1 (1949), 1: „Grundsätzlich hat Duhem sicher recht, wenn er in der Naturauffassung des 14. Jahrhunderts eine Vorstufe und Vorbereitung der klassischen Physik sehen will; nur hat er im einzelnen die scholastischen Lehren oft in zu modernem Sinn interpretiert und zu viel aus ihnen herausgelesen.“

¹⁹ A. C. Crombie, *Augustine to Galileo*, 2 Bd.e London 1952, New York 21959 (1969), deutsche Übersetzung: *Von Augustinus bis Galilei: Die Emanzipation der Naturwissenschaft*, Köln/Berlin 1964 [jeweils mit ausführlicher

dert wird mit dem 17. als eine Einheit der „naturwissenschaftlichen Revolution“ (in der Regel beginnend mit dem Jahre 1543, in dem N. Copernicus' *De revolutionibus* erschien) gesehen²⁰, die den Weg des 14. Jahrhunderts zu Ende geht. Kritik an dieser Einschätzung tritt nur gelegentlich auf²¹.

Sollte die eigentliche Renaissance des 15. und 16. Jahrhunderts als selbständige *E p o c h e* bestehen bleiben, so mußte auch die Rolle der

Bibliographie]; derselbe, *Robert Grosseteste and the origins of experimental science 1100-1700*, Oxford 1953 (London ²1962); derselbe: *The 17th-century revolution in mathematical physics*, in: *Discovery* 14 (1953), 23-27; derselbe: *From rationalism to experimentalism*, in: *Roots of scientific thought: A cultural perspective*, edited by P. P. Wiener/A. Noland, New York 1958, 125-138; derselbe, *The significance of medieval discussion of scientific method for the scientific revolution*, in: *Critical problems of the history of science*, edited by M. Clagett, Madison etc. 1959 (1969), 79-101 (141-162); J. A. Weisheipl, *The development of physical theory in the Middle Ages*, London/New York 1959; H. Blumenberg, *Die Vorbereitung der Neuzeit*, in: *Philosophische Rundschau* 9 (1961), 81-133; derselbe, *Die Legitimität der Neuzeit*, Frankfurt/Main 1966, bes. 344 ff.; J. Mittelstraß, *Remarks on nominalistic roots of modern science*, in: *Organon* 4 (1967), 39—46; derselbe: *Neuzeit und Aufklärung: Studien zur Entstehung der neuzeitlichen Wissenschaft und Philosophie*, Berlin/New York 1970, 193-203; R. Paqué, *Das Pariser Nominalistenstatut: Zur Entstehung des Realitätsbegriffs der neuzeitlichen Naturwissenschaft*, Berlin 1970 (Quellen und Studien zur Geschichte der Philosophie, Bd. 14).

²⁰ Zum Beispiel: A. Wolf (with co-operation of F. Dannemann and A. Armistage), *A history of science, technology and philosophy in the 16th and 17th centuries* [1935]. Second edition prepared by D. McKie, 2 Bd.e, New York 1950 (1959, London 1962); P. Rossi, *I filosofi e le macchine (1400-1700)*, Milano 1962 (englische Übersetzung: *Philosophy, technology, and the arts in the early modern era*, New York etc. 1970); R. Mandrou, *Histoire de la pensée européenne*, Tome 3: *Des humanistes aux hommes de science (XVIe et XVIIe siècle)*, Paris 1973; R. Hooykaas, *Religion and the rise of modern science*, Edinburgh 1972; H. Kearney, ... und es entstand ein neues Weltbild: *Die wissenschaftliche Revolution vor einem halben Jahrtausend*, München (1971), aus dem Englischen: *Science and change, 1500-1700*, London 1971; S. F. Mason, *A history of the sciences*, London 1953 (New York 1962), deutsche Übersetzung: *Geschichte der Naturwissenschaft in der Entwicklung ihrer Denkweisen*, deutsche Ausgabe besorgt von B. Sticker, Stuttgart 1961 (²1974).

²¹ A. Koyré, *Les origines de la science moderne*, in: *Diogène* 16 (1956), 14-42.

Naturwissenschaften in ihr eine eigenständige gegenüber dem Nominalismus und gegenüber der „naturwissenschaftlichen Revolution“ des 17. Jahrhunderts gewesen sein und in ihrer Haltung den übrigen Bereichen der Epoche Renaissance entsprechen. An die Stelle der negativen Beurteilung der Naturwissenschaften während einer „humanistisch-literarischen Renaissance“²² mußten die Naturwissenschaften als nicht wegzudenkender Bestandteil der geistigen Bewegungen der Renaissance erwiesen werden. Dieser Nachweis wurde deshalb in erster Linie auch von geisteswissenschaftlichen Renaissanceforschern erbracht oder doch gefordert, nicht von Historikern der Naturwissenschaften

²² A. C. Crombie (*Augustine to Galileo* a.a.O. [s. Anm. 19], Bd. 2 [1969], 344f.) spricht so wenigstens in einem Abschnitt seiner Bibliographie von „Science and the literary renaissance of the 15th century“ (i. e. 15th and 16th centuries); die Kürze gegenüber den übrigen Abschnitten der Bibliographie ist symptomatisch für die Forschungssituation, aber auch Crombies Einschätzung der Renaissance als die Naturwissenschaften nicht tangierende Begleiterscheinung einer kontinuierlichen Entwicklung vom (12.) 14. zum 17. Jahrhundert. Ähnlich ignorieren oder beurteilen abschätzig die Renaissance bezüglich der Naturwissenschaften neben den in Anm. 20 genannten Monographien besonders: H. Butterfield, *The origins of modern science 1300-1800*, London 1949 (21957); M. Kline, *Mathematical thought from ancient to modern times*, New York 1972, Kap. 12 (spricht nur für die Mathematik; vgl. insbes. S. 247: „The Renaissance did not produce any brilliant new results in mathematics. The minor progress in this area contrasts with the achievements in literature, painting, and architecture, where masterpieces that still form part of our culture were created, and in science, where the heliocentric theory eclipsed the best of Greek astronomy and dwarfed any Arabic or medieval contributions. For mathematics the period was primarily one of absorption of the Greek works. It was not so much a rebirth as a recovery of an older culture. Equally important for the health and growth of mathematics was that it had once more, as in Alexandrian times [(?) berücksichtigt nicht den Wandel dessen, was als ‚science‘ aufgefaßt wird!], reestablished its intimate connections with science and technology...“). Sehr skeptisch gegenüber möglichen Einflüssen einer ‚Renaissance‘ auf die Entwicklung der Mathematik und Naturwissenschaften war, ebenso wie G. Sarton ursprünglich, auch L. Thorndike: *Science and thought in the 15th century: Studies in the history of medicine and surgery, natural and mathematical science, philosophy and physics*, New York 1929 (Neudruck 1963), und: *A history of magic and experimental science*, 8 Bde, New York 1923-1958 (Neudruck 1966), Bd. 3-4: Fourteenth and fifteenth century; Bd. 5-6: The sixteenth century.

oder der Mathematik; zu nennen sind insbesondere Hans Baron²³, Dana B. Durand²⁴, Paul Oskar Kristeller²⁵ und Ernst Cassirer²⁶.

Wurde ursprünglich — ganz im Sinne des für unser „Zwei Kulturen“-Problem so verhängnisvollen Neuhumanismus — die Ablehnung der Naturwissenschaften und Abgrenzung gegen sie durch die (frühen) Humanisten hervorgehoben, deren namengebender Bezug auf die „studia humanitatis (humaniora)“ ursprünglich in einer Reaktion auf die Überbetonung mathematisch-naturwissenschaftlichen Wissens (ähnlich wie im römischen Humanismus) erfolgte, sich jedoch dann in allgemeine, auch die Naturwissenschaften umfassende Gelehrsamkeit (bezüglich antiker Autoren) ausweitete²⁷, so wurde jetzt zumindest die positive indirekte Wirkung auf den Fortgang der Naturwissenschaften durch Be-

²³ H. Baron, *Towards a more positive evaluation of the fifteenth century renaissance*, in: *Journal of the History of Ideas* 4 (1943), 21-49.

²⁴ D. B. Durand, *Tradition and innovation in 15th century Italy*, in: *Journal of the History of Ideas* 4 (1943), 1-20.

²⁵ P. O. Kristeller, *The place of classical humanism in renaissance thought*, in: *Journal of the History of Ideas* 4 (1943), 59-63, deutsche Übersetzung: *Die Rolle des klassischen Humanismus in der Wissenschaft der Renaissance*, in: *Zu Begriff und Problem der Renaissance*, hrsg. von A. Buck, Darmstadt 1969, 222-227.

²⁶ E. Cassirer, *Some remarks on the question of the originality of the renaissance*, in: *Journal of the History of Ideas* 4 (1943), 49-56, deutsche Übersetzung: *Einige Bemerkungen zur Frage der Eigenständigkeit der Renaissance*, bei: A. Buck a.a.O. 1969 (Anm. 25), 212-221.

²⁷ *La disputa delle arti nel quattrocento*, a cura di E. Garin, Firenze (1947); A. Campana, *The origin of the word 'Humanist'*, in: *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 9 (1946), 60-73; A. Buck, *Zum Methodenstreit zwischen Humanismus und Naturwissenschaft in der Renaissance*, in: *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg* 81 (1959), 3-16. — *Handbuch der Bibliothekswissenschaften*, begründet von F. Milkau, 2. Auflage, hrsg. von G. Leyh, Bd. III 1-2, Wiesbaden 1955-1957 (insbes. III 1, 499-681); *Geschichte der Textüberlieferung der antiken und mittelalterlichen Literatur*, 2 Bde, Zürich 1961-1964 (I, 511-580; H. Rüdiger, *Die Wiederentdeckung der antiken Literatur in der Renaissance*); M. E. Cosenza, *Biographical and bibliographical dictionary of the Italian humanists and the world of classical scholarship in Italy, 1300-1800*, 5 Bd.e, Boston ²1962. Immer noch brauchbar und nicht voll ersetzt sind: G. Voigt, *Die Wiederbelebung des classischen Alterthums oder das 1. Jahrhundert des Humanismus*, 2 Bde, Berlin 1859, ²1881-1882, ³1893 (1960), und: J. E. Sandys, *History of classical scholarship*, 2 Bd.e, Cambridge ³1921/1908.

reitstellung und Aufbereitung auch mathematisch-naturwissenschaftlicher Texte der klassischen Antike durch die Humanisten herausgestellt, die durch den gleichzeitig aufkommenden Buchdruck, die herausragende technische Leistung der Renaissance (eine Erfindung der Renaissance-Epoche, die jedoch nicht erst die literarische Renaissance auslöste, aber erstmals einer geistigen Bewegung ein technisches Hilfsmittel an die Hand gab, das ihr fast uneingeschränkte Wirkungsmöglichkeiten erschloß), noch verstärkt wurde²⁸ — aufgrund der Möglichkeit weiter Verbreitung und der damit gewährleisteten Vereinheitlichung und Standardisierung²⁹ von Texten, welche für die auf eine sichere Kommunikationsbasis besonders angewiesenen mathematischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen von unschätzbbarer Wichtigkeit gewesen sein müssen. — Von gleich großer Wichtigkeit, zumindest für die Naturwissenschaften, war das neben dem Text gedruckte Bild (Holzschnitt, Kupferstich). — Georg Sarton³⁰ unterscheidet daraufhin zwischen zwei Arten von Renaissance-Humanisten, welche die Naturwissenschaften (und Medizin) nachdrücklich durch die Bearbeitung, Herausgabe, Übersetzung und Kommentierung antiker mathematischer

²⁸ M. B. Stillwell, *The awakening interest in science during the first century of printing: An annotated checklist of first editions viewed from the angle of their subject content*, New York 1970; E. L. Eisenstein, *The advent of printing and the problem of the renaissance*, in: *Past and Present* 45 (1972), 19—89; A. McLean, *Humanism and the rise of science in Tudor England*, New York/London 1972 (von „Humanismus“ ist wenig die Rede, umso mehr aber vom Buchdruck); vgl. noch als unentbehrliche Hilfsmittel: A. C. Klebs, *Incunabula scientifica et medica*, in: *Osiris* 4 (1937), 1—359 (Neudruck Hildesheim 1963); dazu: G. Sarton, *The scientific literature transmitted through the incunabula*, in: *Osiris* 5 (1938), 41-245; (derselbe, *Incunabula wrongly dated*, in: *Isis* 40 [1949] 227-240). Siehe auch Anm. 32. — G. Sarton, *The appreciation of ancient and medieval science during the renaissance (1450-1600)*, Philadelphia 1955 (²1958, New York 1961); W. P. D. Wightman, *Science and the renaissance: An introduction to the study of the emergence of the science in the 16th century*, 2 Bd.e, Edinburgh 1962.

²⁹ Darauf wies G. Sarton mehrmals mit Nachdruck hin; vgl. z. B. *The appreciation . . .* a.a.O. (Anm. 28) 89-95. — Daß in der Frühzeit gelegentlich auch gedruckte Texte zu hastig erstellt wurden, so daß sie in der Güte den Handschriften unterlegen blieben, betonte L. Thorndike, *Manuscript versus incunabulum*, in: *Mélanges d'Histoire du Moyen Age, Dédiés à Louis Halphen*, Paris 1951, 693-699.

³⁰ G. Sarton, *The appreciation . . .* a.a.O. (Anm. 28).

und naturwissenschaftlicher Texte gefördert haben: reine Philologen einerseits und Bearbeiter, Übersetzer und Kommentatoren mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen (als Autodidakten oder nach entsprechender Ausbildung an einer Universität) andererseits. Schon der Titel „The appreciation of ancient and medieval science during the renaissance 1450-1600“ zeigt, daß Sarton zwar „Renaissance“ als Epochenbegriff benutzt, aber nicht die Naturwissenschaften in dieser Epoche, sondern nur diese beiden Arten von Renaissance-Humanisten behandelt, unter bewußtem Ausschluß der anderen, teilweise mindestens ebenso wirksamen Gruppe von „Rebellen“, von Illiteraten und Barbaren im Sinne der Humanisten, wie Leonardo da Vinci, Paracelsus, Bernard Palissy (ca. 1510-1589) und andere — die „physica“, Alchemie und Astrologie sind jedoch nicht aufgenommen, die Astronomie ist (a. a. O. 162f.) zu kurz weggekommen. Beider Gruppen Leistungen lassen sich auch bereits an der Überlieferungs- und Editionsgeschichte³¹ der betreffenden Texte ablesen³².

³¹ Diese ist von philologischer Seite häufig im Zusammenhang mit neueren kritischen Textausgaben erforscht und dargestellt worden. Man vergleiche dazu die Einleitungen zu den Editionen.

³² Vgl. die in Anm. 27 und 28 genannte Literatur. Weiterhin: *Catalogus translationum et commentariorum: Mediaeval and renaissance Latin translations and commentaries*, edited by P. O. Kristeller, Bd. 1/2, Washington/D.C. 1960/1971 (behandelt wurden bisher u. a.: Alexander Aphrodisias, Hermetica philosophica, Aristarchus Samius, Autolykos, Hypsikles / Theophrastus, Olympiodorus Alexandrinus, Pappus Alexandrinus, Pausanias, Strabo, Apicius, Lucretius, Martianus Capella, Theodolus; vgl. Gnomon 45/1973, 185-195), Vorarbeiten dazu: P. O. Kristeller, *Latin manuscript books before 1600: A Bibliography of the printed catalogues of extant collections*. New York 1965, und: *Iter Italicum: A finding list of uncatalogued or incompletely catalogued humanistic manuscripts of the renaissance in Italian and other libraries*, Bd. 1 ff., London 1963 ff.; M. Richard, *Répertoire des bibliothèques et des catalogues de manuscrits grecs*, Paris 1958. — Spezielle Bibliographien sind: *The Plato manuscripts: A new index*. Prepared by the Plato microfilm project of the Yale University Library under the direction of R. S. Brumbaugh and R. Wells, 1968; A. Wartelle, *Inventaire des manuscrits grecs d'Aristote et de ses commentateurs: Contribution à l'histoire du texte d'Aristote* Paris 1963 [vgl. Gnomon 36 (1964), 424, Deutsche Literaturzeitung 87 (1966), 11], dazu: D. Harlfinger/J. Wiesner, *Die griechischen Handschriften des Aristoteles und seiner Kommentatoren: Ergänzungen und Berichtigungen zum Inventaire von A. Wartelle*, in: *Scriptorium* 18 (1964), 238-

257; G. Rhode, *Bibliographie der deutschen Aristoteles-Übersetzungen vom Beginn des Buchdrucks bis 1914*, Frankfurt/Main 1967; F. E. Cranz, *A bibliography of Aristotle editions, 1501-1600, with an introduction and indexes*, Baden-Baden 1971; H. Le Bonniec, *Bibliographie de l'histoire naturelle de Pline l'ancien*, Paris 1946; C. E. Dubler, *La Materia médica de Dioscórides: Transmisión medieval y renacentista*, 6 Bd.e, Barcelona 1953-1959; R. Durling, *A chronological census of renaissance editions and translations of Galen*, in: *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 24 (1961), 230-305. — R. Weiss, *The renaissance discovery of classical antiquity*, Oxford 1969 (1973) betrifft im wesentlichen ausschließlich die Archäologie. — Vgl. außerdem zum Buchwesen der Renaissance: A. Palau y Dulcet, *Los orígenes de la imprenta en España*, Barcelona 1948; derselbe, *De los orígenes de la imprenta y su introducción en España*, Barcelona 1952; V. Scholderer, *Printers and readers in Italy in the fifteenth century*, in: *Proceedings of the British Academy* 35 (1949), 1-23; E. Robertson, *Aldus Manutius, The scholar printer*, in: *Bulletin of the John Rylands Library* 33 (1950); E. Goldsmith, *The printed book of the renaissance*, Cambridge/Mass. 1950; J. W. Thompson, *The medieval library*, New York 1957; R. Ridolfi, *La stampa in Firenze nel secolo XV*, Firenze 1958; F. J. Norton, *Italian printers 1501-1520*, London 1958; P. Bietenholz, *Der italienische Humanismus und die Blütezeit des Buchdrucks in Basel*, Basel/Stuttgart 1959; T. Besterman, *Early printed books to the end of the sixteenth century: A bibliography of bibliographies*, Genève 1961; J. Benzing, *Die Buchdrucker des 16. und 17. Jahrhunderts im deutschen Sprachgebiet*, (Beiträge zum Buch- und Bibliothekswesen, Bd. 12) Wiesbaden 1963; E. Poulle, *La bibliothèque scientifique d'un imprimeur humaniste au XVe siècle: Catalogue des manuscrits d'Arnaud des Bruxelles à la Bibliothèque Nationale de Paris*, Genève 1963; H. S. Bennett, *English books and readers [1457-1640]*, 3 Bd.e, London 1970; *Short-title catalogue of books printed in Italy and of Italian books printed in other countries from 1465-1600 now in the British Museum*, London 1958, *Short-title Catalogue of books printed in the German-speaking countries and German books printed in other countries from 1455 to 1600 now in the British Museum*, London 1962, *Short-title Catalogue of books printed in the Netherlands and Belgium and of Dutch and Flemish books printed in other countries from 1470 to 1600 now in the British Museum*, London 1965; *Catalogue of books printed in the 15th century now in the British Museum, Part I—VIII [Deutschland, Italien, Frankreich]*, Neudruck London 1963, *Part IX: Holland and Belgium*, London 1962; H. M. Adams, *Catalogue of books printed on the continent of Europe, 1501-1600*, in: *Cambridge libraries*, 2 Bd.e, Cambridge 1967. (W. Totok/K. H. Weinmann/R. Weitzel, *Handbuch der bibliographischen Nachschlagerwerke*, Frankfurt/Main 1954, 41972; A. Taylor, *Catalogues of rare books*, Lawrence/Kansas 1958.)

Es ist zwar unbestreitbar, daß durch diese Humanistenbestrebungen, die auch dem Mittelalter unbekannte Texte zu Tage förderten, wie z. B. des Lucretius „De rerum natura“ und die „Geographie“ des Ptolemaios, zum einen der Wissensstand der griechischen Antike wieder erreicht wurde, zum anderen aber dieser Wissensstand gleichzeitig von mehr Gelehrten als je in der Antike, im islamischen und christlichen Mittelalter repräsentiert wurde und zwar häufig in einer Vielseitigkeit und Universalität, die vorher nicht in einem Mann oder auch nur in den Gelehrten derselben Zeit vereinigt gewesen war; aber trotz aller Versuche der „Wissenschaftswissenschaft“ (science of science), die qualitativen Fortschritte der Naturwissenschaften und der Technik aus der quantitativen Menge der gleichzeitig lebenden Gelehrten und Forscher abzuleiten³³, erklärt sich daraus noch nicht die Tatsache, daß die griechischen Wissenschaften und ihre Erkenntnisse zur Zeit der Renaissance und nicht zur Zeit ihres Entstehens in der klassischen Antike die Entwicklung der neuzeitlichen Wissenschaften mit ihren überwältigenden Erfolgen auslösten.

Für die Naturgeschichte (Botanik, Zoologie, Mineralogie) gab es auch kein 14. Jahrhundert; hier wurden im 15. und 16. Jahrhundert, ausgehend von philologischer Textherstellung und Kommentierung über die Reinigung der Texte von arabischen Verfälschungen und Überlieferungsfehlern hin zu empirischen Vergleichen und Identifizierungen und fachgerechter (besonders medizinischer) Anwendung der neuen Kenntnisse aus Theophrastos, Aristoteles, Dioskorides, Plinius u. a. Botanik, Zoologie und Mineralogie aus der Umklammerung der Medizin (als *materia medica*) allmählich gelöst. Diese Disziplinen emanzipierten sich aufgrund der philologischen Beschäftigung mit den antiken Texten und ihrer Wiederherstellung³⁴ - wenn der Prozeß für Zoologie und Botanik

³³ Zum Beispiel das Standardwerk: D. J. de Solla Price, *Little science — big science*, New York/London 1963 (21965, u. ö.).

³⁴ A. Arber, *Herbals, their origin and evolution: A chapter in the history of botany 1470-1670*, Cambridge 21938 (1953), dieselbe, *From medieval herbalism to the birth of modern botany*, in: *Science, medicine and history: Essays in honour of C. Singer*, edited by E. A. Underwood, Vol. 1, London 1953, 317—336; B. Milt, *Schweizerische Theophrastforschung und schweizerische Theophrasteditionen im 16. Jahrhundert und ihre Bedeutung*, in: *Gesnerus* 3 (1946), 72-93; C. E. Raven, *English naturalists from Neckham to Ray*, Cambridge 1947; E. Callot, *La renaissance des sciences de la vie au XVIe siècle*, Paris 1951; J. Stannard, *Dioskorides and renaissance*

auch erst im 17. Jahrhundert zum Abschluß kommt, während für die Mineralogie der bewußte Rückgriff auf die antiken Texte selbst und die emanzipatorische Anhäufung und Anwendung des Wissens, gepaart mit empirischer Prüfung im und am Bergwerk, fast in der einen Person Georgius Agricola (1494-1555) zusammenkamen³⁵.

sance materia medica, in: *Analecta Medico-Historica* 1 (1966), 1-21, derselbe, *The Graeco-Roman background of the renaissance herbal*, in: *Organon* 4 (1967), 141-145; G. Harig, *Leonhart Fuchs und die theoretische Pharmakologie der Antike*, in: *NTM Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaft, Technik und Medizin* 3. Heft 6 (1966), 74-104, und: *Antiquitas Graeco-Romana ac tempora nostra. Acta congressus internationalis habiti Brunae diebus 12-16 mensis Aprilis MCMLXVI*, Praha 1968; 505-511; P. Dilg, *Das Botanologicon des Euricius Cordus: Ein Beitrag zur botanischen Literatur des Humanismus*, Diss. Marburg 1969; C. B. Schmitt, *Some notes on Jacobus Dalechampius and his translation of Theophrastus*, in: *Gesnerus* 26 (1969), 36—53; J. G. Helmcke, *Der Humanist Conrad Gesner auf der Wende von mittelalterlicher Tierkunde zur neuzeitlichen Zoologie*, in: *Physis* 12 (1970), 329-346; P. Dilg, *Die botanische Kommentarliteratur Italiens um 1500 und ihr Einfluß auf Deutschland*, in: *Der Kommentar in der Renaissance*, hrsg. von A. Buck/O. Herding (Deutsche Forschungsgemeinschaft. Kommission für Humanismusforschung, Mitteilung I), Bonn-Bad Godesberg 1975, 225-252. — Siehe auch Anm. 40.

³⁵ H. Hartmann, *Georg Agricola 1494-1555: Begründer dreier Wissenschaften, Mineralogie — Geologie — Bergbaukunde*, (Große Naturforscher, Bd. 13) Stuttgart 1953; *Georgius Agricola 1494-1555 zu seinem 400. Todestag*, 21. November 1955, Berlin 1955; H. Wilsdorf, *Georg Agricola und seine Zeit*, (Agricola: Ausgewählte Werke, Bd. 1) Berlin 1956; J. Schroeter, *Georg Agricolas Mineralsystem und sein Nachleben bis ins 18. Jahrhundert*, in: *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 37 (1957); B. Dibner, *Agricola on metals*, Norwalk/Conn. 1958; G. Fraustadt, *Agricola und die antike Petrologie*, in: *Renaissance und Humanismus in Mittel- und Osteuropa*, hrsg. von J. Irmscher, Bd. 1, Berlin 1962, 218-226; H. Wilsdorf, *Die Auseinandersetzung der Humanisten mit der Antike beim Aufbau der Bergbaukunde*, ebenda 201-217. Umfangreiche Materialsammlungen auch bezüglich der literarischen Quellen Agricolas enthalten die 10 Bände *Georgius Agricola — Ausgewählte Werke: Gedenkausgabe des staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, Hrsg. H. Prescher, insbesondere Bd. 2: *Bermannus oder über den Bergbau*, übersetzt und bearbeitet von H. Wilsdorf u. a. (Berlin 1955), Bd. 3: *Schriften zur Geologie und Mineralogie 1*, übersetzt und bearbeitet von G. Fraustadt (Berlin 1956), Bd. 4: *De natura fossilium libri X: Die*

Die Philologie („Grammatik“) feiert auch hier als höchste Wissenschaft der Humanisten³⁶ ihre Triumphe, bis alle drei Disziplinen ihr entwachsen. Zu Hilfe kommen ihnen dabei zwei Umstände, die wiederum renaissancespezifisch sind: 1) Der Naturalismus der Renaissancekunst³⁷ und ihr Streben nach Verwissenschaftung³⁸, die sie mit dem neuen Werkzeug Holzschnitt und Kupferstich in vielfach reproduzierbarer und weit verbreitender Form verwirklichte, führten in den gedruckten Büchern zur Naturgeschichte (und Medizin³⁹) nach einer Phase der Übernahme mehr schematischer, gleichsam der Schrift als abstraktem Wiedergabeelement angepaßter Abbildungstechnik der Handschriften zu den ersten Versuchen möglichst konkreter, naturgetreuer (auch der Identifizierung dienlicher) Abbildungen, die z. B. insbesondere die Kräuterbücher von Otto Brunfels (1488-1534), Leonhart Fuchs (1501-1566) und Hieronymus Bock (1498-1554), den „Vätern der Botanik“, auszeichneten und die eigentliche Emanzipation der Botanik auslö-

Mineralien, übersetzt und bearbeitet von G. Fraustadt (Berlin 1958) und Bd. 8: *De re metallica libri XII – Bergbau und Hüttenkunde*, 12 Bücher, übersetzt und bearbeitet von G. Fraustadt und H. Prescher (Berlin 1974); wichtig ist auch Bd. 10 mit der Bibliographie. Weiterhin siehe Anhang VI.

³⁶ A. Buck, *Der Wissenschaftsbegriff des Renaissance-Humanismus*, in: *Wolfenbüttler Beiträge* 2 (1973), 45-63.

³⁷ G. Sarton, *The appreciation . . .* a.a.O. (Anm. 28), 86-89; A. Blunt, *Artistic theory in Italy 1450-1600*, Oxford (1956); G. de Santillana, *The role of art in the scientific renaissance*, in: *Critical problems in the history of science*, edited by M. Clagett, Madison etc. 1959 (1969), 33-65 (Diskussion 66-78).

³⁸ A. Buck, *Zu Begriff . . .* a.a.O. (Anm. 12), 26f.; E. W. Tayler, *Nature and art in renaissance literature*, New York 1964; siehe auch unten S. 140, Anm. 88.

³⁹ C. Singer, *The confluence of humanism, anatomy and art*, in: Fritz Saxl memorial essays, London 1957, 261-269, deutsche Übersetzung: *Das Zusammenfließen von Humanismus, Anatomie und Kunst*, in: *Zu Begriff . . .*, hrsg. von A. Buck, a.a.O. (Anm. 12), 326-335; C. D. O'Malley/J. B. de C. M. Saunders, *Leonardo on the human body*, New York 1952, dieselben, *The illustrations from the works of Vesalius*, Cleveland 1950; C. Singer/C. Rabin, *A prelude to modern science: Being a discussion of the history, sources and circumstances of the „Tabulae anatomicae sex“ of Vesalius*, Cambridge 1946.

sten⁴⁰. 2) Die außereuropäische Fauna und Flora, die durch die Handels- und Entdeckungsreisen des 15. und 16. Jahrhunderts⁴¹ in Europa bekannt wurden, erweiterten wesentlich die Kenntnisse des Artenbestandes⁴² und erforderten zur Bestimmung und Ordnung eine Klassifikation des Tier- und Pflanzenreiches; die exotischen Pflanzen und Tiere wurden aber auch besonders in Italien in Gärten und Menagerien gehalten⁴³.

⁴⁰ H. Wegener, *Das Pflanzenbild und die Anfänge der wissenschaftlichen Botanik*, in: *Abhandlungen zur Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftslehre* 1 (1951), 43-56; W. Blunt, *The art of botanical illustration*, London 1951 (³1955); C. Nissen, *Die botanische Buchillustration, ihre Geschichte und Bibliographie*, 2 Bd.e, Stuttgart 1951, Supplement, Stuttgart 1966 (1. Bd. ²1966), derselbe, *Die illustrierten Vogelbücher, ihre Geschichte und Bibliographie*, Stuttgart 1953, derselbe, *Die zoologische Buchillustration, ihre Bibliographie und Geschichte*, 2 Bd.e, Stuttgart 1966 ff. (Bd. 1 1966-69, Bd. 2 1971 ff.); G. Sarton, *The appreciation ... a.a.O.* (Anm. 28), 86-104; B. Hoppe, *Das Kräuterbuch des Hieronymus Bock*, Stuttgart 1969; F. Krafft, *Bock, Hieronymus, und Otto Brunfels – Fuchs, Leonhart*, in: *Große Naturwissenschaftler: Biographisches Lexikon*, hrsg. von F. Krafft und A. Meyer-Abich, Frankfurt/Main 1970, 54-56 und 124 f. — Siehe auch Anm. 34.

⁴¹ R. Henning, *Terrae incognitae: Eine Zusammenstellung und kritische Bewertung der wichtigsten vorcolumbischen Entdeckungsreisen an Hand der darüber vorliegenden Originalberichte*, 4 Bd.e, Leiden ²1944-1956 (Bd. 3: *Beginn des Entdeckungs-Zeitalters*, Bd. 4: 1416-1492); B. Penrose, *Travel and discovery in the renaissance 1420-1620*, Cambridge/Mass. 1952; G. Hamann, *Der Eintritt der südlichen Hemisphäre in die europäische Geschichte: Die Erschließung des Afrika-Weges nach Asien vom Zeitalter Heinrichs des Seefahrers bis zu Vasco da Gama, Graz etc.* 1968; J. R. Hale, *Renaissance exploration*, London 1968. — *Die Entdeckung und Erforschung der Erde, mit einem ABC der Entdecker und Forscher*, hrsg. von W. Krämer, Leipzig ⁴1967; H. Beck, *Große Reisende: Entdecker und Erforscher unserer Welt*, München 1971. — *Zur Navigation dieser Zeit: D. W. Waters, The art of navigation in England in Elizabethan and early Stuart times*, Folkestone 1974.

⁴² L. Hanke, *Aristotle and the American Indians*, Chicago 1959; J. H. Elliott, *The old world and the new, 1492-1650*, Cambridge 1970; A. W. Crosby, *The Columbian exchange: Biological and cultural consequences of 1492*, (Contributions in American Studies, No. 2) Westport/Conn. 1972; J. E. B. Lloyd, *African animals in renaissance literature and art*, New York 1972 (Oxford 1971).

⁴³ G. Loisel, *Histoire des ménageries*, 3 Bd.e, Paris 1912.

Das alles war aber ebenso wie das Einströmen griechischen Denkens nach Italien im 15. Jahrhundert⁴⁴ und die damit gegebene und ausgiebig genutzte Gelegenheit, an die unverfälschten griechischen Originale selbst heranzukommen, zumindest in großen Zügen schon längere Zeit bekannt und mußte gegenüber den Gegnern einer Renaissance-Epoche nur wieder hervorgehoben werden⁴⁵.

Zwei Richtungen der naturwissenschaftlich bezogenen Renaissanceforschung sind demgegenüber neueren Datums: (Paduaner) Aristotelismus und hermetisches Schrifttum.

Erstere geht auf eine „Entdeckung“ Ernst Cassirers (1906) zurück, der

⁴⁴ L. Mohler, *Kardinal Bessarion als Theologe, Humanist und Staatsmann*, 3 Bde, Paderborn 1923-1942; derselbe, *Aus Bessarions Gelehrtenkreis*, Paderborn 1952; A. Kyrou, *Die Byzantiner in Venedig* [griechisch] in: *Ekloge* 3 (1947), 70-77; L. Minio-Paluello, *Jacobus Veneticus Grecus*, in: *Traditio* 8 (1952), 265-304; K. M. Setton, *The Byzantine background to the Italian renaissance*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 100/1 (1956), 1-76; A. Keller, *Two Byzantine scholars and their reception in Italy*, in: *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 20 (1957), 363-370; G. Hartmann, *Die Bedeutung des Griechentums für die Entwicklung des italienischen Humanismus*, in: *Probleme der neu-griechischen Literatur*, hrsg. von J. Irmscher, Bd 2, Berlin 1960, 3-36; D. J. Geanakoplos, *Erasmus and the Aldine Academy of Venice: A neglected chapter in the transmission of Graeco-Byzantine learning to the west*, in: *Greek, Roman, and Byzantine Studies* 3 (1960), 107-134; derselbe, *Greek scholars in Venice: Studies in the dissemination of Greek learning from Byzantium to Western Europe*, Cambridge/Mass. 1962 (Neudruck 1973 unter dem Titel: *Byzantium and the renaissance*). Siehe auch Anm. 8.

⁴⁵ G. Sarton, *The quest of truth: Scientific progress during the renaissance*, in: *The renaissance: Six essays*, New York 1963, 35-76. — Vgl. auch L. Olschki, *Bildung und Wissenschaft im Zeitalter der Renaissance in Italien*, (Geschichte der neusprachlichen wissenschaftlichen Literatur, Bd. 2) Leipzig etc. 1922; G. Sarton, *The appreciation ... a.a.O.* (Anm. 28); derselbe, *Six wings: Men of science in the renaissance*, Bloomington/Ind. 1957; W. P. D. Wightman, *Science and the renaissance*, 2 Bde, Edinburgh/London 1962 (vgl. in: *History of Science* 3 [1964], 1-19); G. Harig, *Die Aneignung ... a.a.O.* (siehe Anhang II). — Speziell zur Rolle des Humanisten: R. Klein, *Les humanistes et la science*, in *Bibliothèque d'Humanisme et Renaissance* 23 (1961), 7-16; E. Garin, *Gli umanisti e la scienza*, in: *Rivista di filosofia* 52 (1961), 259-278 (wieder abgedruckt in: derselbe, *L'età nuova: Ricerche di storia della cultura dal XII al XVI secolo*, Napoli 1969).

die bis dahin als revolutionär empfundene galileische Methode des „metodo risolutivo“ und „metodo compositivo“ bereits bei Giacomo Zabarella ausgebildet fand⁴⁶. John Herman Randall nahm diese Entdeckung auf (ohne jedoch auf Cassirers Verdienst hingewiesen zu haben) und machte den Paduaner Aristotelismus (averroistischer Prägung) für die methodische Erneuerung der Physik durch Galileo Galilei verantwortlich⁴⁷. „It is possible to trace step by step in rather beautiful fashion the gradual elaboration of the Aristotelian method, in the light of the medical tradition, from its first discussion in Pietro d'Abano to its completed statement in the logical controversies of Zabarella, in which it reaches the form familiar in Galileo and the seventeenth-century scientists.“⁴⁸ Die These wurde bisher weitgehend übernommen⁴⁹, wenn sich auch langsam Kritik anmeldet, deren Ergebnisse Charles B.

⁴⁶ E. Cassirer, *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, Bd 1 [1906], 2. Auflage, Berlin 1911, 136 f.; vgl. denselben, *Some remarks on the question of the originality of the renaissance*, a.a.O. (Anm. 26), und bes. W. F. Edwards, *Randall on the development of scientific method in the school of Padua: A continuing reappraisal*, in: *Naturalism and historical understanding: Essays on the philosophy of John Herman Randall, Jr.*, Buffalo 1967, 53-68 (bes. 54).

⁴⁷ J. H. Randall, Jr., *The development of scientific method in the school of Padua*, in: *Journal for the History of Ideas* 1 (1940), 177-206, erweitert zu: *The school of Padua and the emergence of modern science*, Padova 1961 (13-68). Verschiedene Neudrucke der Arbeit führt an: C. B. Schmitt, *Experience and experiment: A comparison of Zabarella's view with Galileo's in 'De motu'*, in: *Studies in the Renaissance* 16 (1969), 80-138 (104) — weiterhin in: *Renaissance Essays*, edited by P. O. Kristeller/P. P. Wiener, New York 1963, 217-251. — Vgl. auch schon P. P. Wiener, *The tradition behind Galileo's methodology*, in: *Osiris* 1 (1936), 733-746.

⁴⁸ J. H. Randall Jr. 1961 a.a.O. (Anm. 47), 27.

⁴⁹ Vgl. etwa C. H. Lohr, *Aristotle in the West: Some recent books*, in: *Traditio* 25 (1969), 417-431. Ganze Darstellungen der Geschichte der Naturwissenschaften legen diese These zugrunde, wie etwa diejenigen von A. C. Crombie (siehe Anm. 19). — Zum Paduaner Aristotelismus vgl. neuerdings auch B. Nardi, *Saggi sull' aristotelismo padovano dal secolo XIV al XVI*, Firenze 1958; A. Poppi, *Introduzione all' aristotelismo padovano*, Padova 1970, derselbe, *La dottrina della scienza di Giacomo Zabarella*, Padova 1972. Zur Kritik zusammenfassend: C. B. Schmitt, *A critical survey and bibliography of studies on renaissance Aristotelianism 1958-1969*, Padova 1971, 38-46.

Schmitt⁵⁰ zum Teil zusammenstellte; Galilei benutzte diese Methode schon, bevor er nach Padua kam; es fehlt bisher jede vergleichende Untersuchung, welche die Paduaner Aristoteliker gegen die Lehrer und Methodiker an anderen italienischen und mitteleuropäischen Universitäten abheben könnte; die Methode ist auch außerhalb Paduas ausgebildet und ist insbesondere Bestandteil der mathematischen Tradition⁵¹ der Antike — dies betrifft auch die galileischen Termini, die seit dem 13. Jahrhundert in der Methodendiskussion des Abendlandes auftreten; vor Galilei bezieht sich dieses induktiv-deduktive Verfahren (insbesondere auch bei Zabarella) nicht auf experimentell-künstlich hergestellte Phänomene und führt nicht zu quantitativen Aussagen; die Wirkung des Neuplatonismus wurde gegenüber dem aufgebauchten geringen Anteil an Aristotelismus innerhalb der philosophisch-naturwissenschaftlichen Denkweisen der Renaissance für Galileis Denken vernachlässigt etc.

Die These von der Vorbildung galileischer und neuzeitlich-naturwissenschaftlicher Methodik im Paduaner Aristotelismus ist damit widerlegt und wird wohl langsam auch aus der Naturwissenschaftsgeschichtsschreibung wieder verschwinden. Die Emphase, mit der sie ursprüng-

⁵⁰ Siehe Anm. 49. Zu den frühesten Kritikern der Theorie zählt Eugenio Garin, *Gli umanisti e la scienza* a.a.O. (Anm. 45), 273: „Chi legge Galilei ... resta colpito da due cose: la lotta quasi astiosa contro Aristotele — Aristotele, non gli aristotelici — ignorante di matematica e incapace di capirla; e la tendenza a recuperare altri autori, contro le condanne di Aristotele e degli aristotelici, e secondo un modulo comune lungo circa due secoli, e che di fatto altro non era se non la distruzione sistematica della storiografia aristotelica.“ (Zu Eugenio Garin und seinen Arbeiten siehe: C. B. Schmitt, *A Garin compendium*, in: *Isis* 63 [1972], 419-422). Vgl. weiterhin insbesondere: N. W. Gilbert, *Galileo and the school of Padua*, in: *Journal of the History of Philosophy* 1 (1963), 223-231; P. Zambelli, *Rinnovamento umanistico, progresso tecnologico e teorie filosofiche alle origini della rivoluzione scientifica*, in: *Studi storici* 6 (1965), 507-546; W. F. Edwards a.a.O. (Anm. 46); J. Mittelstraß, *Die Entstehung der neuzeitlichen Philosophie und deren Geschichtsschreibung*, in: *Kant-Studien* 58 (1967), 101-115; derselbe, *Neuzeit und Aufklärung: Studien zur Entstehung der neuzeitlichen Wissenschaft und Philosophie*, Berlin/New York 1970, 182-187.

⁵¹ Vgl. N. W. Gilbert a.a.O. (Anm. 50), 231: „... we already have at hand all the materials needed to explain Galileo's remarks on method when we have assembled Euclid, Archimedes, and Pappus.“

lich vertreten wurde, hatte als positive Folge die intensivierete Beschäftigung mit dem Aristotelismus im 15., 16. und 17. Jahrhundert, so daß man heute regelrecht von einem Renaissance-Aristotelismus — oder besser Renaissance-Aristotelismen der verschiedensten Schattierungen — spricht⁵²; obwohl zur Zeit Galileis von den Vertretern der neuen Naturwissenschaft (bis hin zu René Descartes) stetig gegen Aristoteles polemisiert wurde (ohne sich dabei des eigenen aristotelischen Standpunktes, der aristotelischen Terminologie usw. bewußt zu sein, die erst rückblickend ersichtlich werden⁵³: Aufgrund dieser Polemik war über

⁵² P. O. Kristeller, *Renaissance Aristotelianism*, in: *Greek, Roman, and Byzantine Studies* 6 (1965), 157-174; C. B. Schmitt, *A critical survey...* a.a.O. (Anm. 49), bes. 15-18; derselbe, *Towards a reassessment of renaissance Aristotelianism*, in: *History of Science* 11 (1973), 159-193. — Die Bemühungen der Humanisten um den „echten“ Aristoteles behandeln: E. Garin, *Le traduzioni umanistiche di Aristotele nel secolo XV*, in: *Atti dell' Accademia Fiorentina di Scienze Morali 'La Columbaria'* 8 (1950), 1-50; L. Labowsky, *Aristotle's 'de plantis' and Bessarion*, in: *Mediaeval and Renaissance Studies* 5 (1961), 132-154; P. O. Kristeller, *La tradizione aristotelica nel rinascimento*, Padova 1962; L. Minio-Paluello, *Attività filosofico-editoriale aristotelica dell' umanesimo veneziano*, in: *Civiltà europea et civiltà veneziana: Aspetti e problemi*, 2: *Umanesimo europeo e umanesimo veneziano*, Firenze 1964, 245-264; E. F. Rice, *Humanist aristotelianism in France: Jacques Lefèvre d'Étaples and his circle*, in: *Humanism in France at the end of the Middle Ages and in the early renaissance*, edited by A. H. T. Levi, Manchester 1970, 132-149. Vgl. weiterhin: I. Düring, *The impact of Aristotle's scientific ideas in the Middle Ages and at the beginning of the scientific revolution*, in: *Archiv für Geschichte der Philosophie* 50 (1968), 115-133; N. W. Gilbert, *Renaissance Aristotelianism and its fate: Some observations and problems*, in: *Naturalism...* a.a.O. (Anm. 46), 42-52; sowie die in Anm. 49 genannten Arbeiten von C. H. Lohr, B. Nardi und A. Poppi, sowie die in Anm. 50 genannten Arbeiten. Eine Liste der lateinischen Aristotelesübersetzungen stellte zusammen: A. Mansion, *Texte latin d'Aristote utilisé à la fin du moyen âge: Editions et références*, in: *Bulletin de philosophie médiévale* 3 (1961), 169-176.

⁵³ W. Pagel, *The reaction to Aristotle in seventeenth-century biological thought...*, in: *Science, medicine and history: Essays in honour of Charles Singer*, London 1953, Bd. 1, 489-509; W. A. Wallace, *Causality and scientific explanation, I: Medieval and early classical science*, Ann Arbor 1972.

Jahrhunderte insbesondere in der Naturwissenschaftsgeschichtsschreibung Aristoteles ein Zeichen für Fortschrittshemmnis gewesen, jetzt sieht man wieder gerechter den Anteil aristotelischer Gedanken an den Ideen von Francis Bacon⁵⁴ (1561-1626), Girolamo Cardano⁵⁵ (1501-1576), Nicolaus Copernicus⁵⁶ (1473-1543), René Descartes⁵⁷ (1593-1650), Galileo Galilei⁵⁸ (1564-1642), Otto von Guericke⁵⁹ (1602-1686), William Har-

⁵⁴ R. E. Larsen, *The Aristotelianism of Bacon's 'Novum organum'*, in: *Journal of the History of Ideas* 23 (1962), 435-450.

⁵⁵ J. P. Margolin, *Jerôme Cardan, Christophe Colomb, et Aristotle*, in: *Bibliothèque d'Humanisme et Renaissance* 27 (1965), 655-658.

⁵⁶ Vgl. A. Birkenmajers Anmerkungen zur Ausgabe von: M. Kopernik, *De revolutionibus orbium caelestium liber primus*. O obrotach sfer niebieskich ksiega pierwsza, tekst ustalit/ R. Gansiniec ... objasnieniami opatrzyt/ naezelny redaktor A. Birkenmajer, Warszawa 1953, deutsche Übersetzung in: N. Copernicus, *Über die Kreisbewegungen der Weltkörper*. Erstes Buch, zweisprachige Ausgabe, hrsg. und eingeleitet von G. Klaus, Anmerkungen von A. Birkenmajer, Berlin 1959; H. Guerlac, *Copernicus and Aristotle's cosmos*, in: *Journal of the History of Ideas* 29 (1968), 109-113; F. Krafft, *Johannes Keplers Beitrag zur Himmelsphysik*, in: *Internationales Kepler-Symposium Weil der Stadt 1971, Referate und Diskussionen*, hrsg. von F. Krafft/K. Meyer/B. Sticker, (arbor scientiarum, Reihe A, Bd. 1), Hildesheim 1973, 55-139, hier 66-82.

⁵⁷ E. Gilson, *Etudes sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, Paris 1951; A. G. Balz, *Descartes and the modern mind*, New York 1952; N. J. Wells, *Descartes and the scholastics briefly revisited*, in: *New Scholasticism* 35 (1961), 172-190; W. Risse, zur Vorgeschichte der cartesischen Methodenlehre, in: *Archiv für Geschichte der Philosophie* 45 (1963), 269-291.

⁵⁸ M. L. Altieri Biagi, *Galileo e la terminologia tecnico-scientifica*, Firenze 1965; E. A. Moody, *Galileo and his precursors*, in: *Galileo reappraised*, edited by C. L. Golino, Berkeley/Los Angeles 1966, 23-43; A. Pupi, *Una riflessione a proposito delle critiche di Galilei all' Aristotelismo*, in: *Nel quarto centenario della nascita di Galileo Galilei*, Milano 1966, 171-190; J. A. Weisheipl, *Galileo and his precursors*, in: *Galileo, Man of science*, edited by E. McMullin, New York/London 1967, 85-97; zur Mechanik siehe unten S. 168 ff.

⁵⁹ Vgl. den Kommentar von H. Schimank und F. Krafft in: *Otto von Guericke's Neue (sogenannte) Magdeburger Versuche über den leeren Raum, Nebst Briefen ... übersetzt und hrsg. von H. Schimank et aliis*, Düsseldorf 1968.

vey⁶⁰ (1578-1658) u. a., an der Erneuerung der Geographie⁶¹, Mechanik⁶² und Astronomie⁶³ im 16. Jahrhundert. Andererseits wird immer deutlicher, daß bestimmte, angeblich auf Galilei hinführende Ansätze des Mittelalters (Impetustheorie u. a.) bereits in der Spätantike ausgebildet waren⁶⁴.

War es nicht die rationale aristotelische Tradition, welche die „Revolution der Naturwissenschaften“ am Ende der Renaissance auslöste, so mußte es der irrationale Gegenpol dieser Zeit, die hermetische Tradition gewesen sein. Jedenfalls wird seit gut zehn Jahren eine entsprechende These vertreten, gemäß der diese den stärksten Einfluß auf das Denken der Spätrenaissance ausgeübt haben soll. Der Anteil der natürlichen Magie am allgemeinen Naturverständnis der Renaissance – einschließlich der Alchemie und Astrologie und ihrer Verknüpfung mit der

⁶⁰ E. Lesky, *Harvey und Aristoteles*, in: *Sudhoffs Archiv* 41 (1957), 289-316 (1. Aristoteles und die Erkenntnis der Natur) und 349-378 (2. *Omne vivum ex ovo*); G. K. Plochmann, *William Harvey and his methods*, in: *Studies in the Renaissance* 10 (1963), 192-210; J. S. Wilkie, *Harvey's immediate debt to Aristotle and Galen*, in: *History of Science* 4 (1965), 103-124; W. Pagel, *William Harvey's biological ideas: Selected aspects and historical background*, Basel/New York 1967; derselbe, *Harvey revisited*, in: *History of Science* 8 (1969), 1-31, 9 (1970), 1-41; J. Stannard, *Aristotelian influence and reference in Harvey's 'De motu locali animalium'*, in: *Studies in philosophy and in the history of science: Essays in honor of Max Fisch*, Lawrence/Kansas 1970, 122-131; R. G. Frank Jr., *Harvey redux*, in: *Journal of the History of Biology* 5 (1972), 189-204.

⁶¹ M. Büttner, *Die Geographia generalis vor Varenius: Geographisches Weltbild und Providentiallehre*, (Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. 7) Wiesbaden 1973; derselbe, *Aristoteles und seine Bedeutung für die Entwicklung der Geographie* (im Druck).

⁶² Siehe unten S. 168 ff.

⁶³ Siehe unten S. 176 zu N. Copernicus.

⁶⁴ Siehe z. B. E. A. Moody, *Galileo and Avempace*, in: *Journal of the History of Ideas* 12 (1951), 163-193, 375-422; E. Grant, *Aristotle, Philoponus, Avempace, and Galileo's Pisan dynamics*, in: *Centaureus* 11 (1965), 79-95; L. Cooper, *Aristotle, Galileo and the tower of Pisa*, London 1972. - *Johannes Philoponus: Christliche Naturwissenschaft im Ausklang der Antike — Vorläufer der modernen Physik — Wissenschaft und Bibel: Ausgewählte Schriften*, übersetzt, eingeleitet und kommentiert von W. Böhm, Paderborn 1966; M. Wolff, *Fallgesetz und Massebegriff: Zwei Untersuchungen zur Kosmologie des Johannes Philoponus*, (Quellen und Studien zur Philosophie, Bd. 2) 1970.

Medizin — ist vielfach betont und berücksichtigt worden. Natürliche Magie und hermetisches Schrifttum sind Teil der neuplatonischen Tradition, deren Wirkung und Einfluß ihrerseits auf die Humanisten, denen der Platonismus teilweise Ersatzreligion für das Christentum wurde, das zumindest neuplatonisch gefärbt wurde, aber auch auf das naturwissenschaftliche Denken der Renaissance unbestritten sind⁶⁵. Die

⁶⁵ Siehe die Literatur im Anhang V (Chemie und Alchemie) und IV (Astronomie und Astrologie), daneben insbesondere L. Thorndike, *A history of magic and experimental science* a.a.O. (siehe Anm. 22); W.-E. Peuckert, *Pansophie*, 3 Bde, ²1956-1973 (Bd. 1: Ein Versuch zur Geschichte der weißen und schwarzen Magie, Bd. 2: Ein Versuch zur Geschichte der magia naturalis im 16. - 18. Jahrhundert; Bd. 3: Das Rosenkreuz); D. P. Walker, *Spiritual and demonic magic from Ficino to Campanella*, London 1958; W. Pagel, *Paracelsus: An introduction to philosophical medicine in the era of the renaissance*, Basel 1958; G. Bechtel, *Paracelse ou la naissance de la médecine alchimique*, Paris 1970; K. Thomas, *Religion and the decline of magic*, London 1971.

⁶⁶ N. A. Robb, *Neoplatonism of the Italian renaissance*, London 1935; A. O. Lovejoy, *The great chain of being*, New Haven/Conn. 1936 (New York 1960); P. O. Kristeller, *The philosophy of Marsilio Ficino*, New York 1943, deutsche Übersetzung (erweitert): *Die Philosophie des Marsilio Ficino*, (Das Abendland. Studien zur europäischen Geistesgeschichte, N. F. Bd. 1) Frankfurt/Main 1972; derselbe, *Eight philosophers of the Italian renaissance*, Stanford 1964 (1966) [behandelt: Francesco Petrarca, Lorenzo Valia, Marsilio Ficino, Giovanni Pico della Mirandola, den Aristoteliker Pietro Pomponazzi, Bernardino Telesio, Francesco Patrizi und Giordano Bruno]; J. Koch, *Platonismus im Mittelalter*, Krefeld (1948); S. Jayne, *Ficino and the Platonism of the English renaissance*, in: *Comparative Literature* 4 (1952), 214-238; A. Koyré, *From the closed world to the infinite universe und La révolution astronomique* a.a.O. (Anhang IV: Astronomie und Astrologie); F. Masai, *Platonisme et christianisme au XVe siècle*, in: *Revue de l'Université de Bruxelles* 10 (1957/58), 392-412; E. Wind, *Pagan mysteries in the renaissance*, London 1958; Z. Horský, *Le rôle du platonisme dans l'origine de la cosmologie moderne*, in: *Organon* 4 (1967) 47-54; H. Blumenberg, *Neuplatonismen und Pseudoplatonismen in der Kosmologie und Mechanik der frühen Neuzeit*, in: *Le Néoplatonisme*, Paris 1971, 447-474; derselbe, *Pseudoplatonismen in der Naturwissenschaft der frühen Neuzeit*, (Abh. der Akademie der Wiss. und der Literatur, Geistes- und sozialwiss. Klasse 1971) Wiesbaden 1971; N. Tsouyopoulos, *Der Einfluß des Neuplatonismus auf die Wissenschaft der Renaissance*, in: *Mitteilungen der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte* 11 (1973), 30-32.

Schriften mit den angeblichen Lehren des ägyptischen Gottes Hermes Trismegistos galten als Vertreter einer Platon vorangehenden und ihn beeinflussenden Lehrmeinung und waren deshalb manchem humanistischen Platoniker wichtiger denn die platonischen Schriften selbst, bis der Schweizer Philologe und Humanist Isaak Casaubonus (1559-1614) kurz vor seinem Tode nachweisen konnte, daß die Schriften des Corpus Hermeticum nicht vor dem zweiten christlichen Jahrhundert abgefaßt worden sein konnten⁶⁷. Der in der Renaissance wirksame Neuplatonismus war bereits in hohem Maße synkretistisch, mit aristotelischen, stoischen und gnostischen Elementen durchsetzt und damit den Schriften des Corpus Hermeticum sehr viel verwandter als die platonischen Werke selbst. Von gewisser Faszination wird dann der exotisch-orientalische, angeblich ägyptische Einschlag der hermetischen Schriften gewesen sein. Doch wird der mögliche Einfluß des Corpus Hermeticum, der Kabala, der Alchemie und Astrologie auf das wissenschaftliche Denken der Erneuerer der Naturwissenschaften von Francis A. Yates⁶⁸ sicherlich überbetont, wenn sie zusammenfassend schreibt⁶⁹: „... revived Platonism with the accompanying Pythagoro-Platonic interest in number, the expansion of theories of harmony under the combined pressures of Pythagoro-Platonism, Hermetism, and Cabalism, the intensification of interest in astrology with which genuine astronomical research was bound up⁷⁰, and ... the expansion of alchemy in new forms, it is, I think, impossible to deny that these were the Renaissance forces which turned men's mind in the direction out of which the scientific revolution was to come.“ Die wissenschaftliche Revolution sei in zwei Phasen abgelaufen, der Phase des animistischen Kosmos auf der Basis der Magie sei als zweite die mathematische auf der Basis der Mechanik gefolgt. In der ersten Phase der Weltreligion Hermetismus sei die „copernicanische Revolution“ entstanden, und Copernicus zitiere das Corpus Hermeticum selbst⁷¹.

⁶⁷ W. P. D. Wightmann, *Science in a renaissance society*, London 1972, 153.

⁶⁸ F. A. Yates, *Giordano Bruno and the Hermetic tradition*, London 1964 (1971); dieselbe, *The Hermetic tradition in renaissance science*, in: *Art, Science, and History in the Renaissance*, edited by C. S. Singleton, Baltimore 1967, dieselbe, *The rosicrucian enlightenment*, London 1971; vgl. auch ihren Essay review *Science in its context*, in: *History of Science* 11 (1973), 286-291.

⁶⁹ F. A. Yates, *The Hermetic tradition* ... a.a.O. (Anm. 68), 271/273.

⁷⁰ Allerdings nie bei N. Copernicus!

⁷¹ F. A. Yates, *Giordano Brung* ... a.a.O. (Anm. 68), 452 ff.

Edward Rosen machte sich die Mühe, den „Pythagoreer“⁷² und den „Hermetiker“⁷³ Copernicus zu widerlegen. Die angebliche Verknüpfung der Heliozentrik mit der Hermetik durch Copernicus⁷⁴ löst sich in nichts – oder doch fast nichts auf, nämlich in etwa 0,00002 % des Gesamttextes (drei Worte in *De revolutionibus* I 10). Ähnlich ergeht es der angeblich hermetischen Begründung des erweiterten copernicanischen Weltbildes durch Giordano Bruno (1548-1600). Trotzdem spricht Erhard Oeser wieder von der „Renaissance der ägyptischen Wissenschaft“ im Zusammenhang mit Bruno⁷⁵ und läßt Copernicus mit seinem heliozentrischen System der Planeten in direkter ägyptischer (= hermetischer) Tradition stehen, wobei er nachcopernicanischen und unhistorisch vorgehenden Spekulationen und damit falscher Gelehrsamkeit aufgesessen ist⁷⁶. Die These ist in dieser Form also nicht aufrechtzuerhalten, weil sie ebenfalls sicherlich vorhandene Denkweisen der Renaissance verabsolutiert und unangemessen betont, indem sie alle anderen vernachlässigt oder doch Dinge als „hermetisch“ deklariert, die es nicht sind. Auch deshalb ist es nicht gerechtfertigt, gerade den überbetonten Hermetismus als Beispiel einer „internal history of science“ ins Feld zu führen und die Berücksichtigung des Hermetismus mit der berechtigten und richtigen und in klugen Worten vorgebrachten Forderung nach „internal history“ zu verknüpfen⁷⁷.

⁷² E. Rosen, *Was Copernicus a Pythagorean?*, in: *Isis* 53 (1962), 504-508.

⁷³ E. Rosen, *Was Copernicus a Hermetist?*, in: *Historical and philosophical perspectives of science*, edited by R. H. Stuewer, Minneapolis 1970, 163-171.

⁷⁴ F. A. Yates, *Giordano Bruno ... a.a.O.* (Anm. 68), 168: „Copernicus himself associated his discovery with Hermes Trismegistus.“

⁷⁵ E. Oeser, *Copernicus und die ägyptische Hypothese*, in: *Philosophia naturalis* 14 (1973), 276-308 (hier 280 ff.).

⁷⁶ Wissenschaftshistorische Literatur kann Oeser dabei natürlich nicht heranziehen. Vgl. F. Krafft, Tycho Brahe, in: *Die Großen der Weltgeschichte*, hrsg. von K. Faßmann, Bd. 5, Zürich 1974, 296-345, hier 342, Anm. 92.

⁷⁷ M. Hesse, *Hermeticism and historiography: An apology for the internal history of science*, in: *Historical and philosophical perspectives of science*, edited by R. H. Stuewer, (Minnesota Studies in the Philosophy of Science 4), Minneapolis 1970; dieselbe, *Reasons and evaluation in the history of science*, in: *Changing perspectives in the history of science*, edited by M. Teich/R. Young, London 1973, 127-147 (vgl. die Diskussionen 204 ff.).

Das geistige Klima der Renaissance ist demgegenüber ein synkretistischer Schmelztiegel, in dem sich mittelalterlich-scholastische Elemente mit neu- oder wiederentdeckten, in der Antike größtenteils nach- und nicht neben- oder miteinander bestehenden Denkweisen – wie dem Neuplatonismus und Platonismus, dem Aristotelismus und den verschiedenen Aristotelismen der Antike und des islamischen und christlichen Mittelalters, dem Stoizismus und Skeptizismus⁷⁸, dem Hermetismus und Galenismus⁷⁹ und den Arabismen⁸⁰, wie Astrologie und Alchemie – miteinander konkurrierend vermischen – ergänzt und teilweise überdeckt von der Tradition der mathematischen Wissenschaften der Antike, des Eukleides⁸¹ und Archimedes⁸², Heron⁸³ und Pappos von

⁷⁸ R. H. Popkin, *The history of scepticism from Erasmus to Descartes*, Assen 1960 (New York 21968); C. B. Schmitt, *Giulio Castellani (1528-1586), A sixteenth century opponent of scepticism*, in: *Journal of the History of Philosophy* 5 (1967), 15-39; derselbe, *The recovery and assimilation of ancient scepticism in the renaissance*, in: *Rivista critica della storia della filosofia* 27 (1972), 363-384; derselbe, *Cicero scepticus*, La Haye 1972.

⁷⁹ O. Temkin, *Galenism: Rise and decline of a medical philosophy*, London/Ithaca 1973.

⁸⁰ H. Schipperges, *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, (Sudhoffs Archiv, Beiheft 1) Wiesbaden 1961.

⁸¹ C. Thomas-Stanford, *Early editions of Euclid's 'Elements'*, London 1926; M. Clagett, *The medieval Latin translations from the Arabic of the 'Elements' of Euclid*, in: *Isis* 44 (1953), 16-42; D. M. Simpkins, *Early editions of Euclid in England*, in: *Annals of Science* 22 (1966), 225-249; M. Steck, *Bibliographia Euclideana: Die Geisteslinien der Tradition in den Editionen der 'Elemente' des Euklid*, Hildesheim (im Druck; durch den Tod des Autors verzögert sich die für 1971 angekündigte Drucklegung).

⁸² A. Natucci, *Commento di Niccolò Tartaglia all' opera di Archimede 'De insidentibus aquae'*, in: *Actes du VIIIe congrès international d'histoire des sciences* (Firenze 1956), Paris 1958, 75-83; M. Clagett, *The impact of Archimedes on medieval science*, in: *Isis* 50 (1959), 419-429; derselbe, *Archimedes in the Middle Ages*, Bd. 1 ff., Madison etc. 1964 ff.; A. P. Juschkewitsch, *Traditions archimédiennes en mathématique au moyen âge*, in: *Organon* 4 (1967), 95-103.

⁸³ M. Boas [Hall], *Hero's 'Pneumatica': A study of its transmission and influence*, in: *Isis* 40 (1949), 38-48.

Alexandria⁸⁴, Ptolemaios⁸⁵ und Proklos⁸⁶, aber auch von der neuartigen Einschätzung von Handwerk und Technik⁸⁷, die zumindest teilweise bedingt war durch das Bemühen der Kunst (einschließlich Architektur!) um Verwissenschaftung und Gleichstellung mit den „artes liberales“, das sich auch in der Mathematisierung der Kunst äußert und zur Verknüpfung von Theorie (Wissenschaft: artes liberales) und Praxis (Technik, Handwerk: artes mechanicae) führte⁸⁸.

Die Skepsis der frühen Humanisten gegenüber den Naturwissenschaften war nicht antirational, sondern antimetaphysisch, d. h. gegen die Scholastik mit ihren nicht der Natur entnommenen Prinzipien gerichtet.

⁸⁴ Siehe Anm. 32 (*Catalogus translationum et commentariorum*, Bd. 2): H. Schüling, *Die Geschichte der axiomatischen Methode im 16. und beginnenden 17. Jahrhundert*, Hildesheim 1969.

⁸⁵ P. Kunitzsch a.a.O. (Anm. 10); H. Schmidt-Falkenberg, *Die ‚Geographie‘ des Ptolemäus und ihre Bedeutung für die europäische Kartographie*, in: *Forschung und Fortschritte* 39 (1965), 353-357.

⁸⁶ *Proklus Diadochos: Kommentar zum ersten Buch von Euklids ‚Elementen‘*, aus dem Griechischen ins Deutsche übertragen ... von L. Schönberger, eingeleitet, mit Kommentaren und bibliographischen Nachweisen versehen ... von M. Steck, Halle 1945; H. Boese, *Die mittelalterliche Übersetzung der στοιχέωσις φυσική des Proclus*, Berlin 1958.

⁸⁷ G. Harig, *Über die Entstehung der klassischen Naturwissenschaften in Europa*, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 6 (1958), 419-450; R. Hall, *The scholar and the craftsman in the scientific revolution*, in: *Critical problems in the history of science*, edited by M. Clagett, Madison etc. 1959 (1969), 3-23 (Diskussion 24-32, 65-78).

⁸⁸ Siehe Anm. 38. — E. Panofsky, *Die Perspektive als ‚Symbolische Form‘*, in: *Vorträge der Bibliothek Warburg 1924-1925*, 258-330; derselbe, *The history of the theory of human proportion as a reflection of the history of style*, in: *Meaning in the visual arts*, New York 1955, 55-107; derselbe 1960, a.a.O. (Anm. 12); J. Gadol 1965 a.a.O. (Anm. 94); M. Bense, *Geistesgeschichte der Mathematik*, Bd. 2: *Die Mathematik in der Kunst*, Hamburg 1949; J. H. Randall Jr., *The place of Leonardo da Vinci in the emergence of modern science*, in: *Journal of the History of Ideas* 14 (1953), 191-202; A. Blunt, *Artistic theory in Italy 1450-1600*, Oxford (1956); M. Steck, *Dürers Gestaltlehre der Mathematik und der bildenden Künste*, Halle 1951; E. Panofsky, *Dürer as a mathematician*, in: *The world of mathematics*, edited by J. R. Newman, New York 1956 (1960); derselbe, *Albrecht Dürer*, Princeton 1945; J. E. Hofmann, *Dürer als Mathematiker*, in: *Humanismus und Technik* 15 (1971), Heft 2, 1-16.

Gerade die Neuerschließung antiker Texte – unter Umgehung der arabisch-scholastischen Tradition – zeigte, daß es auch andere Wege zu naturwissenschaftlichen Erkenntnissen gab. Die innerhalb der Kunst des frühen Renaissance-Humanismus programmatisch empfundene Identität der Forderungen „zurück zur Natur“ und „zurück zur Antike“ wird auch von den naturwissenschaftlich orientierten Humanisten auf die Naturgeschichte und die *physica* bezogen.

Die Natur ist in ihrer Gestaltung, Räumlichkeit und Proportionalität durch die Kunst wiederzugeben – wie es etwa Leon Battista Alberti (1404-1472)⁸⁹ programmatisch in seinen drei Büchern über die Künste (Malerei, Bildhauerei, Architektur, 1435-1452) fordert – und dazu hat die Kunst sich der Geometrie, Proportionenlehre und Harmonik zu bedienen, da die Natur geometrisch und nach Proportionen strukturiert ist. Die mathematisierende Kunst ist analogisierende Nachahmung der Natur. Das Ganze stellt sich damit als auf die irdische Realität bezogener Platonismus dar, und genau das ist es, was auch die Naturwissenschaften im 16. und beginnenden 17. Jahrhundert von den älteren und späteren unterscheidet: Die Natur ist von Gott nach geometrisch-harmonischen (quantitativen) Prinzipien erschaffen. Dieser aus der neuplatonischen Tradition übernommene vorerst a-priorische Standpunkt⁹⁰, bezogen auf einen musterhaften Idealbereich, wird von Johannes Kepler (1571-1630) im Rahmen der Renaissance-Idee der „*prisca theologia*“⁹¹ von Platon her auf den neuen Kosmos übertragen, dann theologisch überhöht und mit Hilfe der von ihm geschaffenen neuen Optik erstmals exakt auf den empirischen Bereich bezogen. Exakte und empirische Naturwissenschaft, der platonische und der aristotelische Standpunkt, werden dadurch auf christlicher Basis verschmolzen: In dieser Kombination sei Naturwissenschaft ein Nachvollziehen des göttlichen Schöpfungsplanes, ein Einblick in den göttlichen Schöpfungswillen und

⁸⁹ J. Gadol, *Leon Battista Alberti: Universal man of the early renaissance*, Chicago/London 1970.

⁹⁰ Vgl. R. S. Westman, *Kepler's theory of hypothesis and the 'realist' dilemma*, in: Internationales Kepler-Symposium. . . a.a.O. (Anm. 56), 29–54.

⁹¹ C. B. Schmitt, *Prisca theologia e philosophia perennis: Due termini del rinascimento italiano e la loro fortuna*, in: *Il pensiero italiano del rinascimento e il tempo nostro. Atti del V convegno internazionale del centro di studi umanistici* (Montepulciano 1968), a cura di G. S. Tarugi, Firenze 1970, 211-236.

damit in höchstem Grade ein Gottesdienst⁹². Ein wesentliches, von Kepler begründetes Element neuzeitlicher Naturwissenschaft entsteht also hier aus der Verknüpfung der von den Humanisten neuerweckten Tradition mit dem christlichen Element, wie es ganz allgemein den Späthumanismus in seinem Bemühen um einen Ausgleich zwischen Glauben und Wissenschaft charakterisiert⁹³.

„Abgesehen von ihren Unterschieden in Thema, Methode und Stoff haben (aber auch) Humanismus und Naturwissenschaft zwei grundlegende Standpunkte gemeinsam: Beide behaupten, daß die Wirklichkeit rational verstanden werden müsse und daß die Prinzipien zu ihrer Erklärung ihr selbst innewohnen. Die Einheit des Denkens der Renaissance muß in der Ausbildung dieser intellektuellen Einstellung gesucht werden“, schreibt Joan Gadol⁹⁴. Die gleichzeitige Entdeckung des Menschen und der Welt, die J. Burckhardt als charakteristisch für die Renaissance herausgestellt hatte — allerdings bezogen auf die Entdeckung der Welt in der Kunst —, die dann von der Wissenschaftsgeschichte als für Humanismus und Naturwissenschaften nicht gleichzeitig gültig hingestellt wurde, weil die Humanisten mehr dem Text als der Natur getraut hätten und die Beschäftigung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen Texten der Antike bei ihnen zum Selbstzweck ausgeartet sei, wird wieder als Merkmal der Renaissance und des Re-

⁹² F. Krafft, *Keplers Wissenschaftspraxis und -verständnis*, in: Sudhoffs Archiv 59 (1975), in Druck, vgl. vorerst die Kurzfassung in: Mitteilungen der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte, Heft 12 (November 1974), 19-23 (mit Diskussion).

⁹³ G. Hess, *Pierre Gassend, Der französische Späthumanismus und das Problem von Wissen und Glauben*, Jena/Leipzig 1939. — Zur gegenüber der galileischen „modernerer“ Methodik Keplers vgl. J. Mittelstraß, *Wissenschaftstheoretische Elemente der Keplerschen Astronomie*, in: Internationales Kepler-Symposium ... a.a.O. (Anm. 56), 3-28.

⁹⁴ J. Gadol, *The unity of the renaissance: Humanism, natural science and art*, in: *From the renaissance to the counter-reformation: Essays in honor of G. Mattingly*, edited by C. H. Carter, New York 1965, 29-55, deutsche Übersetzung: *Die Einheit der Renaissance: Humanismus, Naturwissenschaft und Kunst*, in: *Zu Begriff...* 1969 a.a.O. (Anm. 12), 395-426, hier 396; vgl. auch A. Buck ebendort 25 und: *Der Beitrag des Renaissance-Humanismus zur Ausbildung des naturwissenschaftlichen Denkens*, in: *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg* 87 (1966), 33-45.

naissance-Humanismus gesehen — jetzt unter ausdrücklichem Ein-
schluß der Naturwissenschaften, und zwar auch der exakten und nicht
nur der beschreibenden⁹⁵: Die Erneuerer der antiken Astronomie nach
Johannes von Gmunden (vor 1385-1442)⁹⁶, sein Schüler Georg Peur-
bach (1423-1462) und dessen Schüler Johannes Regiomontanus (1436-
1476)⁹⁷, sind ausgesprochene Humanisten⁹⁸, die von Kardinal Bessarion
zur Erschließung der griechischen mathematischen und astronomi-
schen Schriften herangezogen wurden, weil es in Rom und Italien (und
sonst überhaupt) keine geeigneten Gelehrten gab, und sich beide in-
tensiv, letzterer als Sammler von Handschriften und mit eigener
Druckerei, aus der Editionen aller griechischen Mathematiker hervorge-
hen sollten⁹⁹, um das Erbe der antiken Mathematik und Astronomie be-
mühten und deren Stand erstmals im Abendland wieder erreichten und

⁹⁵ Vgl. J. Gadol a.a.O. (Anm. 94) passim, bes. 412-415. Die technischen Ein-
zelheiten der copernicanischen Astronomie werden von der Autorin
allerdings nicht durchschaut; insofern bedarf der diesbezügliche Passus
der Arbeit einer Korrektur; siehe dazu unten S. 146 ff.

⁹⁶ R. Klug, *Johannes von Gmunden, der Begründer der Himmelskunde auf
deutschem Boden, nach seinen Schriften und den Archivalien der Wiener
Universität*, (Akademie der Wiss. in Wien, Phil.-hist. Klasse, Sitzungs-
berichte 222/4) Wien 1943.

⁹⁷ E. Zinner, *Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg, ge-
nannt Regiomontanus*, München 1938 (²Osnabrück 1968); derselbe, *Neue
Regiomontanus-Forschungen und ihre Ergebnisse*, in: Sudhoffs Archiv 37
(1953), 104-108; N. G. Hairetdinova, *On the original sources of the Re-
giomontanus trigonometrical treatise*, in: Archive Internationale d'Histoire
des Sciences 23 (1970), 61-66; M. Folkerts, *Regiomontanus Euklidhand-
schriften*, in: Sudhoffs Archiv 58 (1974), 149-164. — Regiomontanus, *Opera
collectanea*, hrsg. mit einer Einleitung von F. Schmeidler, Osnabrück.
(9 Werke Regiomontanus und 1 Werk Peurbachs in Faksimiledruck).

⁹⁸ Peurbach hat durch seine Vorlesungen über römische Klassiker in Wien
nach dem Italienaufenthalt den literarischen Humanismus gleichsam an
den Universitäten nördlich der Alpen eingeführt.

⁹⁹ Die Verlagsanzeige bei E. Zinner ²1968 a.a.O. (Anm. 93), Faksimile Nr. 45,
und in deutscher Übersetzung in: Regiomontanus, *Commensurator*, [deut-
sche Übersetzung] hrsg. von W. Blaschke/G. Schoppe, (Akademie der
Wiss. und der Literatur, Abh. der mathemat.-naturwiss. Klasse 1956, Nr.
7) Wiesbaden 1956, 9-12 (zu dieser Schrift s. a. Anm. 100).

zu übertreffen begannen¹⁰⁰ — letzterer auch durch eigene Beobachtungen und dazu entwickelte Verfahren (gemeinsam mit dem Nürnberger Patrizier Bernhard Walther)¹⁰¹.

Nach dieser Phase der adäquaten Aneignung des antiken Wissens (insbesondere des „Almagest“ des Klaudios Ptolemaios) unter Umgehung der arabischen Tradition, entsprechen auch noch die folgenden, durch N. Copernicus und J. Kepler repräsentierten Phasen der Astronomie im Übergang zur neuen Wissenschaft in ihrer Haltung gänzlich dem Bemühen des Renaissance-Humanismus:

Die Tat des Copernicus läßt sich nicht in das Prokrustes-Bett strukturgeschichtlicher Überlegungen Kuhnscher Prägung zwingen¹⁰²: Copernicus verbessert nicht die Astronomie qua Astronomie; er führt keine neue empirische Basis gegenüber der der Antike (die teilweise bessere der Araber wird nicht berücksichtigt) ein; statt eines Paradigmawechsels demonstriert er geradezu die Folgen einer strikten Paradigmatreue, bezogen auf die Kreis- und Gleichförmigkeit aller Bewegungskomponenten¹⁰³, die Ptolemaios und die Astronomie der Folgezeit in

¹⁰⁰ Regiomontanus on Triangles: *„De triangulis omnimodis“* by Johann Müller, otherwise known as Regiomontanus, [facsimile] translated by B. Hughes, with an introduction and notes, Madison etc. 1967. — M. C. Zeller, *The development of trigonometry from Regiomontanus to Pitiscus*, Ann Arbor 1944. Der „Commensurator“ (siehe Anm. 95) ist dagegen nach H. L. L. Busard eine bloße Bearbeitung des mittelalterlichen Textbuches *„De arte mensurandi“* von Johannes de Muris (siehe M. Folkerts a.a.O. [Anm. 97], 150).

¹⁰¹ D. de B. Beaver, *Bernard Walther: Innovator in astronomical observation*, in: *Journal of the History of Astronomy* 1 (1970), 39-43.

¹⁰² K. Meyer, *Das Kuhnsche Modell wissenschaftlicher Revolutionen und die Planetentheorie des Copernicus*, in: *Sudhoffs Archiv* 58 (1974), 25-45; F. Krafft, *Die sogenannte Copernicanische Revolution: Das Entstehen einer neuen physikalischen Astronomie aus alter Astronomie und alter Physik*, in: *Physik und Didaktik* 2 (1974), 276-290; O. Gingerich, *„Crisis“ versus aesthetic in the Copernican revolution* (in Druck; mir als Preprint zugänglich). (Th. S. Kuhn, *The structure of scientific revolutions*, Chicago 1962 [²1970], deutsche Übersetzung: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt/Main 1967.)

¹⁰³ Nicht: der Planetenbewegungen, wie häufig in Unkenntnis der copernicanischen Astronomie behauptet wird. Selbstverständlich benutzt Copernicus wie die Astronomie seit Ptolemaios (Apollonios und Hipparchos) Epizykel und Exzenter zur Konstruktion der Planetenbahnen. — Die ältere

der sog. Ausgleichsbewegung verletzt hatten, und faßt die daraus für ihn notwendig folgende Heliozentrik ursprünglich als geringeres und unvermeidliches Übel gegenüber der erstmalig vollständigen Einhaltung dieser Prinzipien der Astronomie auf – aus der sich dann allerdings nachträglich eine größere „Harmonie“ des Kosmos ergibt, die ihm umgekehrt die Richtigkeit des Ausgangspunkts bestätigt¹⁰⁴. Und dieser Ausgangspunkt ist die Suche nach einer Astronomie, die sowohl den physikalischen Prinzipien seiner Zeit (der peripatetischen Physik) als auch den empirisch orientierten Ergebnissen der hypothetisch-mathematischen Astronomie (des Ptolemaios und seiner Nachfolger), die diese Prinzipien nicht vollständig berücksichtigten, entsprechen soll. Copernicus geht dabei bewußt hinter die ptolemäische Astronomie zurück – in seinen Augen stammen die auf der aristotelischen Physik basierenden Prinzipien aus der pythagoreischen Schule, und er sagt ausdrücklich, daß sein Unbehagen an der physikalischen Widersprüchlichkeit (der Ausgleichsbewegung) der ptolemäischen (kinematisch-hypothetischen) Astronomie ihn veranlaßt habe, in den Büchern der alten Philosophen, die ihm zugänglich wurden, nach sinnvolleren astronomischen Systemen zu suchen und nach Verfahren, die kinematisch-hypothetische ptolemäische Ausgleichsbewegung durch ein physikalisches Sphärensystem wiederzugeben¹⁰⁵. Aus dem gleichen Bemühen einer Re-Physikalisierung der Astronomie war es bei Averroës und in der averroistischen Tradition des Islam (Alpetragius u. a.) und des italienischen Renaissance-Humanismus copernicanischer Zeitgenossen (Gi-

Copernicusliteratur ist bibliographisch weitgehend erfaßt von: H. Baranowski, *Bibliografia Kopernikowska 1509-1955*, Warszawa 1958, II, 1956-1971, Warszawa 1973, und: E. Rosen, *Three Copernican treatises...*, translated with introduction and notes [1939], Second edition, revised with an annotated Copernicus bibliography 1939-1958, New York 1959, ergänzt in der dritten Auflage New York 1971.

¹⁰⁴ Siehe, auch zum folgenden, F. Krafft, *Die Tat des Copernicus: Voraussetzungen und Auswirkungen*, in: *Humanismus und Technik* 17 (1973), 79-156; derselbe, *Physikalische Realität oder mathematische Hypothese? Andreas Osiander und die physikalische Erneuerung der antiken Astronomie durch Nicolaus Copernicus*, in: *Philosophia naturalis* 14 (1973), 243-275; derselbe, *Neue Astronomie durch alte Astronomie*, in: *Vistas in Astronomy* 16 (1974).

¹⁰⁵ F. Krafft, *Copernicus retroversus, I: Copernicus fulfils Greek astronomy*, in: *Colloquia Copernicana Toruń* 1973, Bd 3 (*Studia Copernicana*, XIII), Wrocław etc. 1975, in Druck.

rolamo Fracastoro [1478-1553], Giovanni Battista Amico [1512-1538], Giovanni Antonio Delfino [ca. 1506 - nach 1560] zur Reaktivierung eines astronomischen Systems mit homozentrischen Äthersphären, also zur bewußten Renaissance der eudoxisch-aristotelischen physikalischen Astronomie gekommen¹⁰⁶. Copernicus wußte von diesen Bemühungen, war aber in der damaligen Hochburg der Astronomie Krakau soweit vorgebildet worden, um die Vergeblichkeit einzusehen, mit einer solchen Astronomie die Phänomene wiedergeben zu wollen. Er findet vielmehr innerhalb (der Tradition) des *De caelo*-Kommentares von Simplicios die Polemik des Sosigenes an der ptolemäischen und peripatetischen Astronomie, gegen die letzterer das Phänomen einer ringförmigen Sonnenfinsternis anzuführen hat: An die Stelle der Homozentrität, die gleichförmige Kreisbewegung aller Sphären um dasselbe Zentrum (Aristoteles) habe die gleichförmige Kreisbewegung der Sphären um das jeweils eigene Zentrum zu treten. Auch Epizykel entsprechen somit der peripatetischen Physik; denn Sosigenes war immerhin Schulkopf des Peripatos. Auf dieser wieder aufgedeckten Basis gelingt Copernicus dann die „physikalische“ Wiedergabe der ptolemäischen Ausgleichsbewegung mittels zweier übereinander gelagerter Epizykel auf einem Konzenter (im „*Commentariolus*“ [um 1510]; in „*De revolutionibus*“ [1543] wird später für den inneren Epizykel mit Konzenter der kinematisch identische Exzenter, der deshalb nicht dem ptolemäischen Exzenter entspricht, gewählt), die in ihrer Größe von ihm so gewählt werden, daß sie im Prinzip auf eine dem ptolemäischen Exzenter mit Ausgleichsbewegung genau entsprechende Kurve als Resultante führen¹⁰⁷. Das unbedingte Vertrauen in die Exaktheit der antiken, ptolemäischen Beobachtungen (gegenüber den arabischen) — das erst sehr

¹⁰⁶ F. J. Carmody, *Al-Bitrūjī: De motibus celorum*, Berkeley/Los Angeles 1952; *Al-Bitrūjī, On the principles of astronomy: An edition of the Arabic and Hebrew versions with translations, analysis, and an Arabic-Hebrew-English glossary* by B. R. Goldstein, 2 Bd.e, New Haven/London 1971. — E. Rosen, *Copernicus and Al-Bitrūjī*, *Centaurus* 7 (1961), 152-156; N. Swerdlow, *Aristotelian planetary theory in the renaissance: Giovanni Battista Amico's homocentric spheres*, in: *Journal for the History of Astronomy* 3 (1972), 36-48.

¹⁰⁷ Die Abweichungen liegen außerhalb der Beobachtungsgenauigkeit der Zeit; vgl. W. S. Contro et alii, *Zur Kinematik der Planetenbewegung in Copernicus' Commentariolus*, in: *Archive for History of Exact Sciences* 6 (1970), 360-371; F. Krafft, *Die sogenannte Copernicanische Revolution...* a.a.O. (Anm. 102).

spät (glücklicherweise zu spät, wie man feststellen muß) bei Copernicus leicht erschüttert wird — leitet ihn hier wie später in der Polemik gegen Johannes Werner¹⁰⁸: Die Bahnform muß möglichst dieselbe bleiben, die ptolemäischen Daten werden nur in die neuen Komponenten transformiert. Ptolemaios war es auch, der in der „Syntaxis mathematicae“ auf den Umstand hinwies, daß die Radien (Fahrstrahlen) der Epizykel (der äußeren Planeten) bzw. die Radien der Exzenter (der inneren Planeten) jeweils parallel zum Fahrstrahl der Sonne liegen, die Komponente der dadurch wiedergegebenen synodischen Periode also jeweils vom Stand der Sonne abhängt. Dies führte dann Copernicus bei der Suche nach anderen, älteren Systemen denn dem ptolemäischen auf die Möglichkeit eines (fast-) heliozentrischen Systems wie angeblich bei einigen Pythagoreern, auf die er sich dann auch ausdrücklich beruft, und bei Aristarchos von Samos, dessen Erwähnung im Autograph für die Druckausgabe aus unersichtlichen Gründen gestrichen wurde: Werden Sonne und Erde vertauscht, so hängen diese synodischen Bewegungskomponenten mit dem Stand der entsprechend bewegten Erde zusammen — da der Epizykel als traditionelles Wiedergabeelement der synodischen Anomalie bereits zur Wiedergabe der Ausgleichsbewegung der siderischen Periode (entsprechend dem Zweiten Keplerschen Gesetz) benötigt wurde, mußte Copernicus nach einer anderen Wiedergabe dieser Anomalie suchen, die gleichzeitig innerhalb der Möglichkeiten einer Sphärenphysik und der ptolemäischen Bahnform blieb — und sind bloße scheinbare Effekte der jährlichen Erdbewegung. Diese ergibt sich damit fast zwangsläufig aus dem copernicanischen Bemühen, die bis dahin kinematisch-hypothetische Astronomie des Ptolemaios mit dessen Beobachtungsdaten wieder insgesamt auf die älteren physikalischen Prinzipien — nämlich des Aristoteles bzw., in der von Sosigenes abgewandelten Form, des Peripatos — zurückzuführen, also aus der Haltung des Renaissance-Humanismus der dritten Phase in der

¹⁰⁸ Brief an Bernhard Wapowski vom 3. 6. 1524 „contra Wernerum“: „Ebenso verhält es sich auch mit der Bewegung der achten Sphäre, über welche die alten Mathematiker uns wegen ihrer außerordentlichen Langsamkeit keine genauen Angaben machen konnten; aber wir müssen, wenn wir ihre Bewegung erforschen wollen, deren Spuren folgen und an ihren wie ein Testament hinterlassenen Beobachtungen festhalten. Wenn also unser Autor [d. i. Werner], an der Wahrnehmung hängend, glaubte, darauf nicht vertrauen zu können, dann ist ihm mit Sicherheit der Eingang zu dieser Wissenschaft verschlossen . . .“

Astronomie heraus, welche zwar noch die alten Beobachtungen gegenüber denen der Zwischenzeit hochhält, nicht aber mehr die Texte, sondern nur noch deren Form (der Aufbau von „De revolutionibus orbium coelestium libri VI“ ist eng an den der „Syntaxis mathematicae“ angelehnt¹⁰⁹). — Die fast sklavische Anlehnung geht dabei so weit, daß Copernicus die Sonne nicht in das Zentrum des Kosmos (der Fixsternsphäre) setzt, sondern an ihren sog. mittleren Ort — entsprechend der Erde in der ptolemäischen Sonnentheorie. (Hier zieht erst Kepler die an sich naheliegende Konsequenz.) — Die in der Zwischenzeit vernachlässigte, der Astronomie aber insgesamt auch danach eigentlich zugrundeliegende physikalische Idee der generellen Gleich- und Kreisförmigkeit (das Paradigma der vorkeplerschen Astronomie) entsteht in einer regelrechten Renaissance hier bei Copernicus wieder neu, an die Stelle der bloßen mathematischen Hypothese der kinematischen Astronomie setzt er wieder eine physikalisch begründete mathematische Astronomie — auf der Basis der Geometrie der alten Astronomie —, die sogar komplizierter war als die Astronomie ptolemäischer Tradition (so empfanden es auch die Zeitgenossen, während heute meist die Vereinfachung von der keplerschen Reform der [copernicanischen] Astronomie her hervorgehoben wird). Auch für die aufgrund der Heliozentrik erforderliche neue Schweretheorie findet Copernicus das Vorbild einer platonisch modifizierten aristotelischen Theorie bei seinem nachweislichen Studium antiker Texte, nämlich in des Plutarchos „De facie in orbe lunae“¹¹⁰.

In ähnlicher Weise wie bei Copernicus war die doppelpeizyklische Wiedergabe der ptolemäischen Ausgleichsbewegung und der Mondanomalie und die Kombination zweier Kreise zur Wiedergabe einer geradlinigen Pendelbewegung, wie sie Copernicus als zwei ineinandergeschachtelte Sphären im „Commentariolus“ und im „De revolutionibus orbium coelestium“ III 4 beschreibt und ebendort V 25 für die Merkurtheorie verwendet, bereits in der spätarabischen Astronomenschule von Marāgha durch Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī und Ibn al-Shāṭir verwendet wor-

¹⁰⁹ K. P. Moesgaard, *Success and failure in Copernicus' planetary theories* [Teil 1], in: *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 24, No 94 (1974), 73-111.

¹¹⁰ F. Krafft, *Johannes Keplers Beitrag zur Himmelsphysik ... a.a.O.* (Anm. 56), 79 ff.; derselbe, *Copernicus retroversus, II: Gravitation und Kohäsion*, in: *Colloquia Copernicana Toruń* 1973, Bd. 4 (*Studia Copernicana*, XIV), Wrocław etc. 1975 (in Druck).

den — ähnlich veranlaßt durch die von Ibn al-Haitham erneuerte Kritik an der ptolemäischen Ausgleichsbewegung¹¹¹ —, ohne daß sie bei ihnen allerdings zu einer heliozentrischen Theorie geführt hätten. Seit ihrer Wiederentdeckung wird allgemein angenommen, daß Copernicus diese Elemente und besonders die Kreiskombination, von E. S. Kennedy „Ṭūsī couple“ genannt von den arabischen Astronomen übernahm¹¹² — obgleich ihre Schriften nicht in lateinischen Übersetzungen existierten¹¹³ und eine Übermittlung durch andere lateinische Autoren bisher nicht nachgewiesen werden konnte¹¹⁴. Die Unwahrscheinlichkeit eines arabischen Einflusses auf Copernicus soll dabei durch den Hinweis entkräftet werden, daß Naṣīr al-Dīn von der Kreiskombination behauptet: „On this point, I have received nothing from those who lived before me; I have invented myself what I am explaining here“¹¹⁵ und daß bei Copernicus in der ähnlichen Figur zu ‚De revolutionibus‘ III 4

¹¹¹ Ibn al Haytham, *al Shukuk 'alā Batlamyūs* [Dubitationes in Ptolemaeum], edited by A. A. Sabra/N. Shehaby, Kairo 1971; vgl. S. Pines, *Ibn al-Haytham's critique of Ptolemy*, in: Proceedings of the Xth international congress of the history of science, Ithaca 1962, Paris 1964, 547—550.

¹¹² V. Roberts, *The solar and lunar theory of Ibn-al-Shāṭir: A pre-Copernican model*, in: *Isis* 48 (1957), 428-432; derselbe, *The planetary theory of Ibn-al-Shāṭir: Latitudes of the planetas*, in: *Isis* 57 (1966), 208-219; E. S. Kennedy/V. Roberts, *The planetary theory of Ibn-al-Shāṭir*, in: *Isis* 50 (1959), 227-235; E. S. Kennedy, *Late medieval planetary theory*, in: *Isis* 57 (1966), 365-378; W. Hartner, *Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's lunar theory*, in: *Physis* 11 (1969), 287-304; derselbe, *Trepidation and planetary theories: Common features in late Islamic and early renaissance astronomy*, in: *Accademia Nazionale dei Lincei, Atti del Convegno XIII: Oriente e occidente nel medioevo, filosofia e scienze* (Roma-Firenze, 9-15 Aprile 1969), Roma 1971, 609-629; derselbe, *Ptolemy, Azarquiel, Ibn-al-Shāṭir, and Copernicus on mercury: A study of parameters*, in: *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 24 No 94 (1974), 5-25; derselbe, *Copernicus, the man, the work, and its history*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 117, No 6 (1973 [1974]), 413-422.

¹¹³ Sie waren auch in der arabischen Fassung zumindest in Krakau Copernicus kaum zugänglich; vgl. G. Rosińska, *Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī and Ibn-al-Shāṭir in Cracow?*, in: *Isis* 65 (1974), 239-243.

¹¹⁴ Bisher unternahm nur einen unbefriedigenden Versuch C. Kren, *The rolling device of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī in the De spera of Nicole Oresme?*, in: *Isis* 62 (1971), 490-498.

¹¹⁵ W. Hartner 1971 a.a.O. (Anm. 112), 611.

gleiche Buchstaben an den gleichen Stellen auftreten¹¹⁶ — die ähnlichen numerischen Werte ergeben sich natürlich aus der Wiedergabe derselben Erscheinung mit ähnlichen Beobachtungsdaten. Trotzdem spricht wenig dafür, daß Copernicus während seines Italienaufenthaltes irgendwo die entsprechende Figur in einer arabischen Handschrift gesehen und sich erklären lassen haben könnte — er suchte in griechischen und lateinischen Quellen. Außerdem beruft er sich „De revol.“ V 25¹¹⁷ auf Proklos als Anregung, und in dessen Euklid-Kommentar¹¹⁸ wird tatsächlich umgekehrt die Entstehung einer Kreisbewegung aus zwei geradlinigen Bewegungen beschrieben. Dieser Bezug war schon immer bekannt, I. N. Veselovsky¹¹⁹ hat jetzt wieder darauf aufmerksam gemacht und bemerkt, daß die ursprüngliche und im Autograph gestrichene Fortsetzung des Textes von III 4¹²⁰ nur dem Zusammenhang bei Proklos entspricht, so daß kein Anlaß besteht, Copernicus' Angabe im Gegensatz zu der von Naṣīr al-Dīn keinen Glauben zu schenken, man vielmehr tatsächlich den Neuplatoniker Proklos (über eine Zwischenquelle?) als Quelle für Copernicus anzunehmen hätte, Veselovsky wies weiter darauf hin, daß die Figuren nicht genau identisch sind, bei Copernicus vielmehr ein zusätzlicher konzentrischer Kreis auftritt, und in diesem Zusammenhang ist gegen die Identifizierung der Buchstaben durch Willy Hartner einzuwenden, daß *d e s h a l b* einige der Buchstaben der copernicanischen Figur bei al-Ṭūsī fehlen, daß auch bei Copernicus alle Punkte in der Reihenfolge ihres Entstehens während der Konstruktion der geometrischen Figur von A bis H durchgehend bezeichnet werden, während al-Ṭūsī das (lateinische bzw. griechische) Al-

¹¹⁶ So W. Hartner a.a.O. (Anm. 112) immer wieder.

¹¹⁷ Nikolaus Kopernikus Gesamtausgabe, Bd. 2: *De revolutionibus orbium caelestium*, Textkritische Ausgabe, besorgt von F. und K. Zeller, München 1949, 339, 22 ff.: „Nec mirum, quoniam et Proclus in expositione Elementorum Euclidis fatetur pluribus etiam motibus rectam lineam describi posse, quibus omnibus eius apparentiae demonstrabuntur.“

¹¹⁸ *Procli Diadochi in primum Euclidis elementorum librum commentarii*, ex recognitione G. Friedlein, Leipzig 1873, 105 f.

¹¹⁹ I. N. Veselovsky, *Copernicus and Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī*, in: *Journal for the History of Astronomy* 4 (1973), 128-130.

¹²⁰ a.a.O. (Anm. 117), 151 (= Autograph, fol. 75r): „... Estque hic obiter animadvertendum, quod, si circuli HG et CF fuerint inaequales manentibus caeteris conditionibus, non rectam lineam, sed conicam sive cylindricam sectionem describent, quam ellipsam vocant mathematici; sed de his alias.“

phabet in der arabischen Umschrift unterbricht - wenn die Identifizierungen richtig gelesen sind. Das würde – wenn die zeitliche Relation beider Astronomen und beider Schriften nicht eindeutig wäre - auf genau die umgekehrte Abhängigkeit hindeuten. Vielleicht hat deshalb doch beiden eine bisher nicht erkannte gemeinsame Proklos auswertende griechische Quelle vorgelegen; deren mathematischer Inhalt scheint dann – wenn man den Worten Naṣīr al-Dīns einen Sinn unterlegen will – von beiden unabhängig voneinander zur Lösung eines astronomischen Problems verwendet worden zu sein.

Copernicus gewinnt das Verfahren jedenfalls, wie seine eigenen Worte nahelegen, aus der Beschäftigung mit Proklos. Seine humanistische Haltung bleibt auch für dieses Detail erhalten, und diese scheint es auch zu sein, die aus beiden (unabhängigen) Verwendungen des gleichen geometrisch-kinematischen Elementes verschiedene Konsequenzen hervorgehen läßt: Für Copernicus ging es nicht um die bloß formale Erfüllung der Forderung nach Gleichförmigkeit der Kreisbewegungen, sondern um die Einbettung in ein „physikalisches“ System, um die Physikalisierung der Astronomie, und dabei konnte dem Doppelepizykel nicht ein weiterer Epizykel aufgesetzt werden; weiterhin wurden von ihm im Gegensatz zu as-Shatīr keine neuen, sondern nur ptolemäische Daten berücksichtigt¹²¹; und es ging ihm um die Erhaltung der ptolemäischen Bahnform. Die Konsequenz war die Heliozentrik - bedingt durch die für einen Renaissance-Humanisten charakteristische Haltung.

Johannes Kepler, der dann in der nächsten Phase als erster das copernicanische System wirklich ernst nimmt und zu begründen sucht und dabei die alten Paradigmata erst durch seine drei Planetengesetze überwindet, prägt noch die gleiche Haltung, nur betrifft sie jetzt nur noch die der Schöpfung zugrundeliegende Idee, nicht mehr das physikalische System und nur anfänglich noch das alte Datenmaterial (insofern er es von Copernicus übernimmt); später – nach 1600 – lag ihm eine neue, durch Tycho Brahe¹²² gewonnene empirische Basis vor, die ihn dann aufgrund seiner a priori gewonnenen „Prinzipien und der neuen Optik auf die Ellipsenbahn führte“. Voraussetzung war die Suche nach der exakten Tiefenbewegung der Planeten, die Kepler erstmals nach den harmonischen Systemen der Pythagoreer wieder berücksich-

¹²¹ Siehe W. Hartner 1974 a.a.O. (Anm. 112).

¹²² Vgl. V. E. Thoren, *Tycho Brahe: Past and future research*, in: *History of Science* 11 (1973), 270-282, und F. Krafft, *Tycho Brahe* a.a.O. (Anm. 76; mit Bibliographie).

tigte¹²³, und nach der durch physikalische Kräfte verursachten anstelle einer aus Epizyklen und Exzenter resultierenden Bahnkurve – mit letzterer eine platonische Forderung erstmals erfüllend, zu ersterer gezwungen durch die von Platon vorgegebenen, von Kepler neuartig auf den copernicanischen Kosmos bezogenen archetypischen quantitativen Formen der Schöpfung, als die Kepler die ineinandergeschachtelten fünf Platonischen Körper als Maß für die sechs Planetenbahnen und die harmonisch musikalischen Proportionen ihrer Extremalgeschwindigkeiten als Maß für ihre Exzentrizitäten und Größen findet und empirisch bestätigt. Er sieht sich darin und in der ganzen in seiner „*Harmonice mundi*“ entwickelten Geometrie der Proportionen und Konsonanzen als Vollender pythagoreisch-platonischer Mathematik und Kosmologie. Er sucht nicht nur im Sinne Platons und der Neuplatoniker und unter Berufung auf sie nach den göttlichen geometrischen Archetypen der Welt, sondern er sucht sie auch bei ihnen¹²⁴. In Kepler selber vollzieht sich dann allerdings der Umbruch, er vollendet antike Ideen und schafft damit die neue Astronomie, d. h. den eigentlichen Paradigmawechsel im Sinne Th. S. Kuhns.

In beiden Fällen, bei Nicolaus Copernicus und bei Johannes Kepler war es die Suche nach einer physikalischen Begründung des mathematischen Weltmodells unter Rückgriff auf antike Ideen und Prinzipien, welche zur Erneuerung der Astronomie, zur wissenschaftlichen Revolution, geführt hatte, in strikter Gegnerschaft zur bloß nominalistischen oder positivistischen Scheinwahrheit. Nominalistisch-positivistische Überlegungen haben nie zu einer Wende in den Naturwissenschaften geführt – so daß auch die wissenschaftliche Revolution des 16. und 17. Jahrhunderts nicht als logische Fortsetzung und Folge des nominalistischen 14. Jahrhunderts aufgefaßt werden kann. Eher ist das Auslöseelement eine Reaktion gegen die bloß positivistische Beschreibung der

¹²³ Die ptolemäische „Vermessung“ des Kosmos unter Zugrundelegung der relativen Größen von Epizykel und Exzenter eines jeden Planeten, bezogen auf die von parallaktischen Messungen ausgehenden Größenbestimmungen der Bahnen von Sonne und Mond, zählt hierbei nicht, weil ihr jede physikalische Grundlage fehlt.

¹²⁴ F. Krafft, *Johannes Keplers Beitrag zur Himmelsphysik*, a.a.O. (Anm. 56), und: *Keplers Wissenschaftspraxis und -verständnis*, a.a.O. (Anm. 92); U. Klein, *Johannes Keplers Bemühungen um die Harmonieschriften des Ptolemaios und Porphyrios*, in: *Johannes Kepler: Werk und Leistung*, (Katalog des Oberöstr. Landesmuseums, Nr. 74) Linz 1971, 51-60.

Phänomene, die an die Stelle bloßer hypothetischer Rettung die physikalische Erklärung der Phänomene setzt¹²⁵ — dabei selbstverständlich einzelne Ergebnisse der nominalistisch-positivistischen Phase verwendend. Das mußte natürlich der Positivist Pierre Duhem verkennen!

Die gegenüber der Antike, auf die man sich bewußt zurückbesinnt, veränderte geistige Haltung der Renaissance, die im wesentlichen auf einer Verknüpfung und Verschmelzung der verschiedenen, in der Antike nach- und nebeneinander bestehenden Philosophien und des Christentums beruht, läßt dann die wiedergewonnenen antiken Ergebnisse durch die Verpflanzung in einen anderen „Historischen Raum“¹²⁶ in

¹²⁵ F. Krafft, *Der Mathematikos und der Physikos: Bemerkungen zu der angeblichen Platonischen Aufgabe, die Phänomene zu retten*, in: *Alte Probleme — Neue Ansätze: Drei Vorträge von F. Krafft, K. Goldammer und A. Wettley*, (Beiträge zur Geschichte der Wissenschaft und der Technik, Heft 5) Wiesbaden 1965, 5-24 (entstanden in kritischer Auseinandersetzung mit J. Mittelstraß, *Die Rettung der Phänomene: Ursprung und Geschichte eines antiken Forschungsprinzips*, Berlin 1962; siehe dazu auch die Rezension desselben in: *Sudhoffs Archiv* 49 [1965], 221-223); derselbe, *Physikalische Realität* ... a.a.O. (Anm. 104).

¹²⁶ Zum Begriff des ‚Historischen Raumes‘, wie er hier verstanden wird, siehe F. Krafft, *Die Anfänge einer theoretischen Mechanik und die Wandlung ihrer Stellung zur Wissenschaft von der Natur*, in: *Beiträge zur Methodik der Wissenschaftsgeschichte*, hrsg. von W. Baron, (Beiträge zur Geschichte der Wissenschaft und der Technik, Heft 9) Wiesbaden 1967, 12-33, hier S. 21: „Unter Historischem Raum soll hier das Ganze eines geographisch-klimatischen und geistig-kulturellen Bereiches verstanden werden, dessen Komponenten unter anderem auch die Präsentabilien für alle Arten von geistigen und sinnlichen Erfahrungen beeinflussen. Allerdings werden im Wandel der Zeit und für verschiedene Zweige der Wissenschaft jeweils auch andere Komponenten in stärkerem Maße als die übrigen wirksam, weil sie die jeweils konstituierenden Präsentabilien und den einzelnen Forscher und ‚Spezialisten‘ mehr oder weniger stark beeinflussen. Der erfahrene und beobachtete Gegenstand der sozusagen unveränderlichen ‚Natur‘ mit ihren unveränderlichen Naturgesetzen bleibt ja in der Regel derselbe oder doch der gleiche, aber der Blick- und Standpunkt des Beobachters ändert sich ständig mit dem Historischen Raum und aufgrund individuell wirksamer Faktoren. Dadurch ändern sich auch Erfahrung und Beobachtung, die ihrerseits wieder auf einzelne Komponenten des Historischen Raums ändernd wirken können. Sobald sich neben dieser allmählichen und wechselseitig bedingten Änderung einzelner Komponenten andere oder dieselben sprunghaft verändern, und zwar soweit, daß die

anderem Licht erscheinen, wobei insbesondere die Physik neu gesehen wird, weil einerseits der Dualismus himmlische-irdische Erscheinungen aufgehoben wird, zum anderen auch der Gegensatz Kunst-Natur fällt. Der antiken Antinomie Natur-Kunst (Gott-Mensch) steht gegenüber die christliche Gott – Natur/Mensch/Kunst; Natur und Mensch sind Schöpfungen Gottes, sie stehen auf derselben Stufe, so daß der Mensch in der Kunst nicht etwas vollbringen kann, was gegen die Natur ist. Schon bei Leonardo da Vinci laufen daraufhin die Bewegungsvorgänge in der Natur, beim Menschen und Lebewesen und in der Technik (Kunst) nach gleichen Prinzipien ab¹²⁷. Kunst und Technik sind angemessene Nachahmerinnen der Natur. Christliche und renaissance-humanistische Auffassungen kumulieren hier zu der Voraussetzung zur Überwindung antiken mathematischen Denkens. Die mathematisch-kinematische, hypothetische Astronomie wurde daraufhin, durch die bewußte Verpflanzung in den Historischen Raum des Renaissance-Humanismus bei Copernicus zur quantitativen und dann bei Kepler zur quantitativ-empirischen physikalisch-realen „Astrophysik“ – bei Copernicus noch auf peripatetischer, bei Kepler auf neuer Basis von Zentralkräften, die zur Himmelsmechanik Isaac Newtons hinführte¹²⁸ – und die antike Mechanik als Bestandteil der Technik zu einer und zwar zu der für das Entstehen neuzeitlicher Naturwissenschaft wichtigsten Disziplin der Physik.

Grundlagen für das Verständnis einer Erfahrung oder Beobachtung verschoben oder gänzlich genommen werden, können höchstens — eigentlich notwendig unverständliche — Ergebnisse oder Anregungen zu Beobachtungen, die auch in dem neuen Historischen Raum möglich sind, aus dem alten übernommen werden. Sind doch die geistigen Leistungen eines Historischen Raumes diesem unverkennbar eigen, nicht in einem anderen genau wiederholbar und nur so weit in anderen Räumen erkennbar, wie auch diesen Gemeinsames sie konstituierend beeinflusste. So kann aus einer Erfahrung und ihrer Deutung bei der Übernahme in einen anderen Historischen Raum etwas ganz anderes und Neues entstehen, wie besonders deutlich der Wandel der antiken Wissenschaft von der Natur und der antiken „Künste“ zur neuzeitlichen Naturwissenschaft seit der Renaissance zeigt. Das gilt auch für die antike Kunst „Mechanik“, die jetzt zu einer „Natur“-Wissenschaft wird.“

¹²⁷ E. Panofsky, *Artist, Scientist, Genius: Roots on the Renaissance-Dämmerung*, in: *The renaissance: Six essays*, New York 1963, 123-182; J. Gaddol 1965 a.a.O. (Anm. 94), deutsche Fassung 410 f.

¹²⁸ F. Krafft, *Sphaera activitatis — orbis virtutis: Das Entstehen der Vorstellung von Zentralkräften*, in: *Sudhoffs Archiv* 54 (1970), 113-140.

Für die Antike wäre dieses wie der Begriff Himmelsmechanik als solcher eine Antinomie in sich selbst gewesen. Die „Mechanik“ betraf nur künstliche, gegen die Natur und ihr spontanes Vermögen gerichtete Vorgänge, bei der die „Natur“ mittels Maschinen¹²⁹ wie Hebel und Flaschenzug überlistet wird. Erst Galileo Galilei wendet sich gegen diese Deutung, die in der griechischen Antike¹³⁰ und wieder im Mittelalter¹³¹ herrschte: Der Mensch könne gar nicht die Natur überlisten; was er an „Leichtigkeit“ bei der Anwendung von (einfachen) Maschinen gewinne, gehe an Schnelligkeit (Weg und Zeit) verloren¹³². Galilei gewinnt seinen

¹²⁹ Zu griechisch *μηχανή*, ursprünglich ‚List‘, ‚Mittel‘, dann ‚Werkzeug‘ und ‚Maschine‘ bedeutend, siehe F. Krafft 1967 a.a.O. (Anm. 126), 15 f.

¹³⁰ F. Krafft 1967 a.a.O. (Anm. 126); derselbe, *Die Wandlung des Begriffs Mechanik*, in: *Antiquitas Graeco-Romana ac tempora nostra ...* 1968 a.a.O. (Anm. 34), 531-542; derselbe, *Dynamische und statische Betrachtungsweise in der antiken Mechanik*, (Boethius, Bd 10) Wiesbaden 1970; derselbe, *Die Stellung der Technik zur Naturwissenschaft in Antike und Neuzeit*, in: *Technikgeschichte* 37 (1970), 189-209, und: *Humanismus und Technik* 15 (1971), 33-50; derselbe, *Kunst und Natur: Die Heronische Frage und die Technik in der klassischen Antike*, in: *Antike und Abendland* 19 (1973), 1-19.

¹³¹ P. Sternagel, *Die artes mechanicae im Mittelalter: Begriffs- und Bedeutungsgeschichte bis zum Ende des 13. Jahrhunderts*, (Münchner Historische Studien, Abt. Mittelalterliche Geschichte, Bd. 2) Kallmünz/Opf. 1966.

¹³² S. Drake, *Galileo gleanings*, V: *The earliest version of Galilei's Mechanics*, in: *Osiris* 13 (1958), 262-290; Galileo Galilei, *On motion and on mechanics*, comprising *De motu* (ca. 1590), translated with introduction and notes by E. Drabkin, and *Le meccaniche* (ca. 1600), translated with introduction and notes by S. Drake, Madison etc. 1960; vgl. A. Corsano, *Galileo e le macchine*, in: *Giornale critico della filosofia italiana* 45 (1966), 408-413. Zu Vorläufern und Wegbereitern dieser neuen Auffassung von der Mechanik, nämlich Henri de Monantheuil (ca. 1536-1606), Guido Ubaldo del Monte (1545-1607), Alessandro Piccolomini (1508-1578) und Giuseppe Moleti – jeweils aus der Beschäftigung mit den aristotelischen ‚*Quaestiones mechanicae*‘ heraus – siehe: R. Hooykaas, *Das Verhältnis von Physik und Mechanik in historischer Hinsicht*, (Beiträge zur Geschichte der Wissenschaft und der Technik, Heft 7) Wiesbaden 1963; F. Klemm, *Der junge Galilei und seine Schriften ‚De motu‘ und ‚Le meccaniche‘*, in: *Sonne steh still: 400 Jahre Galileo Galilei*, hrsg. von E. Brücke, Mosbach 1964, 68-81; H. M. Nobis, *Über zwei Handschriften zur frühneuzeitlichen Mechanik in italienischen Bibliotheken*, in: *Sudhoffs Archiv* 53 (1969), 326-332.

Begriff des „momento“ dazu direkt aus den aristotelischen „*Quaestiones mechanicae*“¹³³, die erst im Spätmittelalter wieder bekannt wurden¹³⁴ und dann im 16. Jahrhundert von gleicher Wichtigkeit wie die archimedischen Schriften für die Entwicklung der ebenfalls vorerst ausschließlich an der Antike orientierten, dann deren Schriften (Aristoteles, Archimedes; zu Heron siehe Anm. 83) kommentierenden Mechanik gewesen sind¹³⁵. Galilei gelangt zur Erneuerung der Dynamik und Statik durch die Beschäftigung mit den „*Quaestiones mechanicae*“ des Aristoteles und der Schrift „*De planorum aequilibriis sive de centrīs gravitatis planorum*“ des Archimedes. Beide Betrachtungsweisen erscheinen ihm gleichwertig und gleichberechtigt – im Gegensatz zur Antike seit Archimedes und dem Spätmittelalter, nachdem die Schrift außerhalb Byzanz’ wieder bekannt geworden war. Die humanistische Haltung gegenüber allen antiken Schriften ignorierte die „Widerlegung“ des quasi-dynamischen Standpunktes der „*Quaestiones mechanicae*“ durch Archimedes und führte so zu einer Neubelebung der dynamischen Betrachtungsweise auf der Basis der neuen, christlich-humanistisch orientierten Auffassung von der Natur und der Natürlichkeit technischer Vorgänge. Auch hier überwindet erst die Verpflanzung antiker Ergebnisse in einen neuen historischen Raum, nämlich den des Renaissance-Humanismus, die der Mechanik der Antike schon vom Begriff her gesteckten Grenzen, die verhinderten, daß deren Ergebnis jemals vorher Einlaß in die „Physik“ der spontanen „natürlichen“ Abläufe gefunden haben, aber andererseits gerade deshalb hatten mathematisiert werden können (weil sie von außen bewirkte Bewegungen betrafen).

Besonders interessant ist nun, daß hier Simon Stevin (1548-1620) und Galilei zu weitgehend derselben statischen Ableitung des Hebelgeset-

¹³³ F. Krafft, *Dynamische und statische ...* a.a.O. (Anm. 130), 164-167; zur Echtheit dieser aristotelischen Schrift ebendort 13-96, 137 ff.

¹³⁴ M. Clagett, *Three notes: The „Mechanical problems“ of Pseudo-Aristotle in the Middle Ages ...*, in: *Isis* 48 (1957), 182 f.

¹³⁵ H. M. Nobis, *Die wissenschaftshistorische Bedeutung der peripatetischen ‚Quaestiones mechanicae‘ als Anlaß für die Frage nach ihrem Verfasser*, in: *Maia*, N. S. 18 (1966), 265-276; M. Schramm 1967 a.a.O. (Anhang VII); *Mechanics in the sixteenth-century Italy: Selections from Tartaglia, Benedetti, Guido Ubaldo, Galileo*, translated and annotated by S. Drake/I. E. Drabkin, Madison etc. 1969; F. Krafft a.a.O. (Anm. 133); P. L. Rose/S. Drake, *The Pseudo-Aristotelian ‚Questions in mechanics‘ in renaissance culture*, in: *Studies in the Renaissance* 18 (1971), 65-104.

zes gekommen sind wie Archimedes in seiner „Mechanika“, und zwar unabhängig und sozusagen in antiker Denkweise; denn diese Schrift ist verloren, hat jedoch in Fragmenten Aufnahme in die „Mechanika“ Herons von Alexandria gefunden¹³⁶, die allerdings nur in einer arabischen Übersetzung des 9. Jahrhunderts erhalten sind, die erst im ausgehenden 19. Jahrhundert wieder aufgefunden wurde. Beiden konnte diese Schrift also nicht bekannt sein, und die ihrer Ableitung entsprechende archimedische wurde auch erst aus einer notwendigen Ergänzung der Exzerpte bei Heron von mir rekonstruiert¹³⁷.

Auch hier haben wir also gleiche Ergebnisse vorliegen, die auf gleiche geistige Leistungsfähigkeit schließen lassen. Die antike Mechanik stagnierte jedoch, während die galileische nur den Ansatzpunkt zu einer stürmischen Entwicklung bildete — eben aufgrund der Verpflanzung jener Ergebnisse oder mathematischen Denkweisen in die neue geistige Umgebung des christlichen Renaissance-Humanismus. Auch hier führte die andere Auffassung von der Natur und des Menschen und seiner Technik Stellung in ihr zur Physikalisierung der mathematischen Wissenschaft Mechanik. Der Renaissance-Humanismus ist also fest verknüpft mit der sog. Revolution der Naturwissenschaften — jedenfalls in der diese Revolution auslösenden Anfangsphase, die bereits weit über die bloße Wiederaneignung des antiken Wissens hinausging.

Das Durchbrechen der erstarrten Disziplinen, das Eindringen der Mathematik in Zweige der Physik bzw. die Wandlung vormals mathematischer Disziplinen (Astronomie, Mechanik, Harmonik) zu physikalischen ist hierfür charakteristisch. Das hat M. Kline in dem Renaissance-Kapitel seines Standardwerkes zur Geschichte der Mathematik übersehen, wenn er der Renaissance Errungenschaften in der Mathematik abspricht und hinzufügt: „It was (für die Mathematik) not so much a rebirth as a recovery of an older culture. Equally important for the health and growth of mathematics was that it had once more, as in Alexandrian times, reestablished its intimate connections with science and technology . . .“¹³⁸ — denn diese „mit der Mathematik vernüpften Disziplinen“ blieben in alexandrinischen Zeiten mathematische Wissenschaften, sie wurden erst in der Renaissance allmählich „sciences“

¹³⁶ A. G. Drachmann, *Fragments from Archimedes in Heron's Mechanics*, in: *Centaurus* 8 (1963), 91-146.

¹³⁷ F. Krafft, *Dynamische und statische Betrachtungsweise . . . a.a.O.* (Anm. 130), 105-128; derselbe, *Die Stellung der Technik . . . a.a.O.* (Anm. 130).

¹³⁸ M. Kline a.a.O. (Anm. 22), vgl. das dort wiedergegebene Zitat.

(Naturwissenschaften). Der Mathematik fiel damit eine ganz neue Aufgabe zu. — Außerdem übersieht Kline mit seinem Blick auf die positiven Ergebnisse hinsichtlich dessen, was heute als Mathematik gilt, etwa den Einfluß der Beschäftigung mit der antiken Mathematik (insbesondere auch mit Proklos) auf die Ausbildung der axiomatischen Methode¹³⁹ eines allgemeinen Fortschrittdenkens¹⁴⁰ und der Idee einer „mathesis universalis“¹⁴¹, die das Barock einleitete und die großen Enzyklopädisten des 16. und 17. Jahrhunderts hervorbrachte¹⁴².

ANHANG

Auch Mathematik, Technik und Naturwissenschaften lassen sich als integrierte Bestandteile in den Renaissance-Humanismus einordnen, der gleichzeitig die Entstehung der neuzeitlichen Naturwissenschaften aus den verpflanzten und deshalb notwendig neu gedeuteten Ergebnissen der Antike einleitet. Ich konnte vorerst nur wenige, aber doch wohl wesentliche Beispiele für diese letzte, für die Folgezeit entscheidende Phase der „Renaissance der Naturwissenschaften“ anführen, die im wesentlichen auf eigenen Untersuchungen beruhen. Insbesondere für den Bereich der Naturwissenschaften gelten aber Sätze, die Paul Oskar Kristeller 1959 zur Situation der Philosophie- und Geistesgeschichte der Renaissance schrieb¹⁴³: „Wenn wir von den Fragen der Textedition absehen, so handelt es sich vor allem darum, von vielen kleineren und auch größeren Denkern ein zuverlässiges doxographisches Bild zu gewinnen und die Eigenart und Beweggründe ihres Denkens zu verste-

¹³⁹ H. Schüling, *Die Geschichte der axiomatischen Methode im 16. und beginnenden 17. Jahrhundert, Wandlung der Wissenschaftsauffassung*, (Studien und Materialien zur Geschichte der Philosophie, Bd. 13) Hildesheim/New York 1969.

¹⁴⁰ A. Keller, *Mathematical technologies and the growth of the idea of technical progress in the sixteenth century*, in: *Science, medicine, and society in the renaissance: Essays to honor Walter Pagel*, edited by A. G. Debus, London 1972, Vol. 1, 11-27.

¹⁴¹ G. Crapulli, *Mathesis universalis: Genesi di una idea nel XVI secolo*, (Lessico intellettuale europeo, II) Roma 1969; vgl. dazu C. B. Schmitt, in: *Isis* 63 (1972), 277 f.

¹⁴² R. L. Collison, *Encyclopedias: Their history throughout the ages*, New York 1964. Siehe auch G. Sarton, *The appreciation . . . a.a.O.* (Anm. 28)

¹⁴³ P. O. Kristeller, *Renaissanceforschung . . . a.a.O.* (Anm. 12), 368 f.

hen. In vielen Fällen ist es noch so, daß irgendeine oberflächliche alte Formel in allen Lehrbüchern kritiklos wiederholt wird und sich sofort als völlig falsch oder unzureichend erweist, sobald sich jemand die Mühe macht, die Schriften eines Autors wirklich zu lesen und zu analysieren . . . Dabei ist es notwendig, nach Möglichkeit alle Seiten eines Gedankensystems gleichmäßig zu berücksichtigen und nicht, wie es so oft geschieht, nur einzelne Gedanken, die uns vertraut oder sympathisch sind, herauszuheben . . .“

Erste Ansätze zu einer Gesamtdarstellung der Naturwissenschaften während der Renaissance aus dem Renaissancedenken heraus sind gemacht von W. P. D. Wightman (1962, 1972), Marie Boas Hall (1962) und U. Forti (1968)¹⁴⁴. Die Bücher von Georg Sarton (1955, 1957) beziehen sich fast ausschließlich auf die ersten Phasen der Aneignung des antiken Wissens.

Gerade die Interdisziplinarität der in diesem Band zusammengestellten Literatur- und Forschungsberichte zur Renaissance und zum Renaissance-Humanismus läßt es geraten sein, aus der Literatur der Nachkriegszeit das Wichtigste zu Mathematik, Naturwissenschaft und Technik als Leitfaden für den Geisteswissenschaftler und Historiker in einem Anhang an die Hand zu geben. Dabei ist nicht unterschieden, ob diese Wissenschaften und Künste während der Renaissance (15. und 16. Jahrhundert) oder die Renaissance der Naturwissenschaften, Mathematik oder Technik behandelt werden. In der Regel geht es, insbesondere bei Darstellungen eines größeren Zeitabschnittes oder Gesamtdarstellungen, mehr um den ersten Aspekt, doch bringen alle genannten Schriften wichtiges Material für beide Themenstellungen.

Zur besseren Benutzbarkeit ist die Bibliographie, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, in einzelne Abschnitte unterteilt: I Gesamtdarstellungen der Renaissance, welche Naturwissenschaften mehr oder weniger berücksichtigen, II Naturwissenschaften allgemein, III Physica, IV Astronomie und Astrologie (einschließlich astronomischer Instrumente und Globen), V Chemie und Alchemie, VI Mineralo-

¹⁴⁴ Vgl. auch H. Weisinger, *The idea of the renaissance and the rise of science*, in: *Lychnos* 1946/47, 11—35; F. Albergamo, *La scienza del rinascimento*, in: *Grande antologia filosofica*, a cura di M. F. Sciacca et aliorum, Parte III: *Il pensiero della rinascenza e della riforma*, 6 Bd.e [6-11 der Gesamtreihe], Milano 1964, Bd 11, 513-670; P. Zambelli, *Rinnovamento umanistico, progresso tecnologico e teorie filosofiche alle origini della rivoluzione scientifica*, in: *Studi storici* 6 (1965), 507-546.

gie, Geologie und Bergbau, VII Mechanik und Technik, VIII Geographie, Kartographie, Navigation und Geodäsie, IX Biologie (Botanik, Zoologie), X Mathematik und XI Universitäten, Gesellschaften und Unterricht. Gibt es für die Bereiche bibliographische Übersichten oder biographische Nachschlagewerke, so sind diese an den Anfang gestellt. In einem Teil XII sind Arbeiten zu einzelnen Persönlichkeiten unter naturwissenschaftlich-mathematisch-technischen Aspekten nach deren Alphabet zusammengestellt, die nicht in der „ISIS cumulative bibliography“ von Magda Whitrow (siehe Anhang II) aufgeführt sind.

Verwiesen sei weiterhin auf die „Bibliographie internationale de l'Humanisme et de la Renaissance“ (Genève/Paris 1966 ff.; für das Berichtsjahr 1965), auf W. Totok: Handbuch der Geschichte der Philosophie, Bd. 2, sowie die jährlichen Bibliographien in „Isis“ (ab 57/1966), „Technology and Culture“, „Technikgeschichte“ und „Bulletin Signalétique“, Section 522: Histoire des sciences et des techniques. Über Nachdruck informiert das Periodicum „Bibliographia anastatica“ mit kumulativem Index, sowie die Bibliographie von Renate Oswald¹⁴⁵.

¹⁴⁵ R. Oswald, Nachdruckverzeichnis von Einzelwerken, Serien und Zeitschriften aus allen Wissensgebieten, 2 Bde., Wiesbaden 1965-1969.

¹⁴⁶ Vgl. insbesondere M. Whitrow, *ISIS cumulative bibliography* ... 1971 a.a.O. (siehe Anhang II) welches Werk ausschließlich, und K. O. May, *Bibliography and research manual of the history of mathematics*, Toronto 1973, welches Werk im ersten Teil die Literatur nach den behandelten Personen alphabetisch ordnet. Im folgenden sind nur solche Arbeiten aufgenommen, die in den beiden genannten Bibliographien fehlen.

I. GESAMTDARSTELLUNGEN, WELCHE NATURWISSENSCHAFTEN MEHR ODER WENIGER BERÜCKSICHTIGEN

The civilization of the renaissance, edited by J. W. Thompson et alii, Chicago 1929 (Neudruck 1959), hierin 73-95: G. Sarton, *Science in the renaissance*; L. Olschki, *The genius of Italy*, New York 1949, deutsche Übersetzung: *Italien: Genius und Geschichte*, Darmstadt 1958; G. Saitta, *Il pensiero italiano nell'umanesimo e nel rinascimento*, 3 Bd.e, Bologna 1949-1951; M. Gilmore, *The age of humanism*, New York 1952; H. Baron, *Fifteenth century civilization and the renaissance*, in: *The New Cambridge Modern History*, Vol. 1, Cambridge 1957, 50-75; derselbe, *The crisis of the early Italian renaissance*, Princeton 1966; W. Durant, *The reformation* (The story of civilization, Vol. 6), New York 1957, deutsche Übersetzung: *Das Zeitalter der Reformation: Eine Geschichte der europäischen Kultur von Wiclif bis Calvin [1300-1564]*, Bern/München (1959, ²1962) (Durant beschränkt den Begriff Renaissance allerdings auf die gleichzeitige Kultur Italiens, vgl. a. a. O. [Anm. 11]); S. H. Thomson, *Das Zeitalter der Renaissance* [aus dem Englischen] (Kindlers Kulturgeschichte) Zürich/München.; J. H. Parry, *The age of renaissance*, London 1963; C. Vasoli, *La cultura dei secoli XIV-XVI*, in: *Atti del primo convegno internazionale di ricognizione delle fonti per la storia della scienza italiana: I secoli XIV-XVI*, a cura di C. Maccagni, Firenze 1967, 31-105; *Art, Science, and history in the renaissance*, edited by C. S. Singleton, Baltimore 1968; M. Aston, *The fifteenth century*, London 1968; H. G. Koenigsberger/G. L. Moss, *Europe in the sixteenth century*, London 1968; D. Stone, jr., *France in the sixteenth century: A medieval society transformed*, Englewood Cliffs/N. J. 1969 (hauptsächlich literarisch orientiert); J. Larner, *Culture and society in Italy 1290-1420*, London 1971; P. Burke, *Culture and society in renaissance Italy 1420-1540*, London 1972; P. O. Kristeller, *Humanismus und Renaissance* (Humanistische Bibliothek, Reihe I, Bd. 21/22), 2 Bd.e, München 1974 (I: Die antiken und mittelalterlichen Quellen, II: Philosophie, Bildung und Kunst). Siehe auch Anm. 14 sowie G. C. Sellery und D. Hay a. a. O. (Anm. 11).

II. NATURWISSENSCHAFTEN ALLGEMEIN

Lexikon der Geschichte der Naturwissenschaften: Biographie, Sachwörter und Bibliographien, begründet von J. Mayerhöfer, Bd. 1, Wien 1959-1970, Bd. 2, 1972 ff.; I. Asimov, *Biographical encyclopedia of science and technology: The living stories of more than 1000 great scientists from the age of Greece to the space age, chronological arranged*, Garden City/N. Y. 1964; A. G. Debus, *World Who's Who in science from antiquity to the present*, Chicago 1968; T. I. Williams, *A biographical dictionary of scientists*, London 1969; *Große Naturwissenschaftler: Biographisches Lexikon*, hrsg. von F. Krafft/A. Meyer-Abich, Frankfurt/Main 1970 (mit Bibliographie); *Dictionary of scientific biography*, editor in chief C. C. Gillispie, Bd. 1 ff., New York 1970 ff.

F. Russo, *Eléments de bibliographie de l'histoire des sciences et des techniques*, Paris 1969; *ISIS cumulative bibliography: A bibliography of the history of science formed from ISIS critical bibliographies 1-90 (1913-65)*, edited by M. Whitrow, 2 Bd.e, London 1971 (Personalities A-Z, Institutions) [jährliche Fortsetzung in: *Isis* 57 ff. (1966 ff.)].

W. P. D. Wightman, *The growth of scientific ideas*, Edinburgh/London 1950; E. J. Dijksterhuis, *De mechanisering van het wereldbeeld*, Amsterdam 1950, deutsche Übersetzung: *Die Mechanisierung des Weltbildes*, Berlin etc. 1956, englische Übersetzung: *The mechanization of the world picture*, Oxford 1961; A. R. Hall, *The scientific revolution 1500-1800*, London 1954; G. Sarton, *The appreciation of ancient and medieval science during the renaissance (1450-1600)*, Philadelphia 1955 (1958, New York 1961); derselbe, *Six wings: Men of science and human values: A study in the history of ideas*, 2 Bd.e, Princeton/N. J. 1957 (New York 1966); M. Daumas, *Histoire de la science (Encyclopédie de la Pléiade)* Paris 1957; G. Harig, *Über die Entstehung der klassischen Naturwissenschaften in Europa*, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 6 (1958), 419-450; derselbe, *Die Aneignung des antiken Wissens auf dem Gebiet der Naturwissenschaften in der Renaissance*, in: *Renaissance und Humanismus in Mittel- und Osteuropa*, hrsg. von J. Irmscher, Berlin 1962, Bd. 1, 3-15; *L'histoire générale des sciences*, hrsg. von R. Taton, Bd. 2: *La science moderne, 1450-1800*, Paris 1959 (Part 1: Renaissance, mit Beiträgen von A. Koyré [exakte Wissenschaften], P. Delaunay [Geologie, Medizin, Zoologie], M. Daumas [Chemie], A. Davy de Virville [Botanik]; englische Übersetzung: *A general history of the science*, edited by R. Taton, Bd. 2: *The beginning of modern science from 1450 to 1800*, London 1964 (1967); C. Singer, *A short history of scientific ideas to 1900*, Oxford 1959; *La science au seizième siècle: Colloque international de Royaumont*, Paris 1960; N. W. Gilbert, *Renaissance conspects of method*, New York 1960; *Toward modern science*, edited by R. M. Palter, 2 Bd.e, New York 1961 (Bd. 2: *Studies in renaissance science*); W. P. D. Wightman, *Science and the renaissance*, 2 Bd.e, Edinburgh/London 1962 (Bd. 1: *An introduction to the study of the emergence of the science in the sixteenth century*, Bd. 2: *An annotated bibliography of the sixteenth-century books relating to the science in the library of the University of Aberdeen*); derselbe, *Science and the renaissance*, in: *History of Science* 3 (1964), 1-9; derselbe, *Science in a renaissance society*, London 1972; M. Boas [Hall], *The scientific renaissance 1450-1630*, London 1962, deutsche Übersetzung: *Die Renaissance der Naturwissenschaften 1450-1630: Das Zeitalter des Kopernikus*, Gütersloh und Darmstadt 1965; W. Maurer, *Melanchthon und die Naturwissenschaften seiner Zeit*, in: *Archiv für Kulturgeschichte* 44 (1962), Heft 2; R. J. Forbes/E. J. Dijksterhuis, *A history of science and technology*, 2 Bd.e, Baltimore 1963; G. W. Sypher, *Similarities between the scientific and the historial revolutions at the end of the renaissance*, in: *Journal of the History of Ideas* 26 (1965), 353-368; A. Crescini, *Le origini del metodo analitico*:

Il cinquecento, Trient 1965; A. N. Kapoor/H. R. Mukhi, *The role of science and technology in the development of man through the ages*, Delhi 1965; M. L. Righini Bonelli, *The revival of ancient science in Florence*, in: *Organon* 4 (1967), 69-82; U. Forti, *Storia della scienza nei suoi rapporti con la filosofia, le religioni, la società*, (I Corvi, Colloona universale moderna, Nr. 174f., 177f., 184f.) 6 Bd.e, Milano 1968-1969 (Bd. 2: Dal periodo greco-romano al rinascimento, bes. 279-373, und Bd. 3: Le scienze particolari nel cinquecento — Il seicento, *La scienza a Firenze*, hrsg. von G. Chiarelli, Firenze 1971; A. G. R. Smith, *Science and society in the sixteenth and seventeenth centuries*, London 1972; siehe weiterhin die bereits in den Anmerkungen genannten Arbeiten von F. Albergamo 1964 (Anm. 144), A. Butterfield 1949 (Anm. 22), A. C. Crombie 1952 und 1953 (Anm. 19), G. Harig 1958 (Anm. 87), H. Kearney 1971 (Anm. 20), F. S. Mason 1953 (Anm. 20), J. Mittelstraß 1970 (Anm. 19), L. Olschki 1922 (Anm. 45), G. Sarton 1963 (Anm. 45), L. Thorndike 1929 und 1923-58 (Anm. 22), A. Wolf 1935 (Anm. 20) und F. A. Yates 1964 (Anm. 68).

III. PHYSICA

H. Lange, *Geschichte der Grundlagen der Physik* (Orbis academicus II 7/13) 2 Bd.e, Freiburg/München 1954-1961; H. Boese 1958 a. a. O. (Anm. 86); J. H. Weisheipl 1959 a. a. O. (Anm. 19); J. D. Bernal, *The extension of man: The history of physics before the modern age*, Cambridge/Mass. 1972. — W. Wallace, *The „calculatores“ in early sixteenth century physics*, in: *The British Journal for the History of Science* 4 (1969), 221-232. — M. Jammer, *Concepts of space*, Cambridge/Mass. 1954, deutsche Übersetzung: *Das Problem des Raumes: Die Entwicklung der Raumtheorien*, Darmstadt 1960; derselbe, *Concepts of force: A study in the foundation of dynamics*, Cambridge/Mass. 1957 (New York 1962); derselbe, *Concepts of mass*, Cambridge/Mass. 1961, deutsche Übersetzung: *Der Begriff der Masse in der Physik*, Darmstadt 1964; H. Ley, *Studien zur Geschichte des Materialismus im Mittelalter*, Berlin 1957; *The concept of matter in Greek and medieval philosophy*, edited by E. Mac Mullin, Notre Dame/Ind. 1963 (1965); S. Toulmin/J. Goodfield, *The discovery of time*, London 1965; deutsche Übersetzung: *Entdeckung der Zeit*, München 1970; P. E. Ariotti, *Toward absolute time: The undermining and refutation of the Aristotelian conception of time in the sixteenth and seventeenth centuries*, in: *Annals of Science* 30 (1973), 31-50. — K. Schneider-Carius, *Wetterkunde, Wetterforschung: Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse in Dokumenten aus drei Jahrtausenden* (Orbis academicus, II 9), Freiburg/München 1955; H. Balmer, *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, Aarau 1956; S. K. A. Henninger, *A handbook of renaissance meteorology, with particular reference to Elizabethan and Jacobean literature*, Durham 1960. — K. Lasswitz, *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton*, 2 Bd.e, Hamburg/Leipzig 1890 (Darmstadt 1963); G. B. Stones, *The ato-*

mic view of matter in the XVth, XVIth and XVIIth centuries, in: *Isis* 10 (1928), 445-465; R. B. Lindsay, *Pierre Gassendi and the revival of atomism in the renaissance*, in: *American Journal of Physics* 13 (1945), 235-242; R. H. Kargon, *Atomism in England from Hariot to Newton*, Oxford 1966; derselbe, *Thomas Hariot (1560-1621), the Northumberland circle and early atomism in England*, in: *Journal of the History of Ideas* 27 (1966), 128-136; T. Gregory, *Studi sull'atomismo del seicento, II: David van Goorle e Daniel Sennert*, in: *Giornale critico della filosofia italiana* 45 (1966), 44-63; E. Fabian, *Zur Verallgemeinerung und Überwindung des antiken Kristallbegriffs im 17. Jahrhundert*, in: *Antiquitas Graeco-Romana ac tempora nostra ... a. a. O.* (Anm. 34), 495-503. — V. Ronchi, *Storia della luce*, Bologna 1939, 2^a 1952, französische Übersetzung: *Histoire de la lumière*, Paris 1956, erweiterte englische Übersetzung: *The nature of light: An historical survey*, Cambridge/Mass. 1970 (ältere Übersetzung: *Optics: The science of vision*, New York 1957); derselbe, *De luce et de lumine*, in: *Physis* 8 (1966), 1-22; G. F. Vescovini, *Studi sulla prospettiva medievale*, Torino 1965. — J. McLean, *De kleurentheorie in West-Europa (1200-1500)*, in: *Scientiarum historia* 8 (1966), 30-50; derselbe, *Geschiedenis van de kleurentheorie in de zestiende eeuw*, Ebenda 9 (1967), 23-39; derselbe, *Kleurentheorie in de periode 1600-1635*, Ebenda 126-147; derselbe *De kleurentheorie van der Aristotelianen en de opvattingen van de la Chambre, Duhamel en Vossius in de periode 1640-1670*, Ebenda 10 (1968), 208-225.

IV. ASTRONOMIE UND ASTROLOGIE (ASTRONOMISCHE INSTRUMENTE UND GLOBEN)

E. Zinner, *Verzeichnis der astronomischen Handschriften des Deutschen Kulturgebietes*, München 1925; derselbe, *Geschichte und Bibliographie der astronomischen Literatur in Deutschland zur Zeit der Renaissance*, Leipzig 1941, Stuttgart 2^a 1965; W. Bonacker, *Das Schrifttum zur Globenkunde*, in: *Janus* 48 (1959), 81-132 (Einzelausgabe: Leiden 1960); F. Maddison, *Early astronomical and mathematical instruments: A brief survey of sources and modern studies*, in: *History of Science* 2 (1963), 17-50; M. Winder, *A bibliography of German astrological works printed between 1465 and 1600, with locations of those extant in London libraries*, in: *Annals of Science* 22 (1966 [67]), 191-220; P. McGurk, *Catalogue of astrological and mythological illuminated manuscripts of the Latin Middle Ages, IV: Astrological manuscripts in Italian libraries (other than Rome)*, London 1966; siehe auch E. G. R. Taylor a. a. O. (Anhang X). — Nützlich zur Bestimmung astronomischer Datumsangaben: B. Tuckerman, *Planetary, lunar, and solar positions A. D. 2 to A. D. 1649 at five-day and ten-day intervals*, (Memoirs of the American Philosophical Society, Vol. 59), Philadelphia 1964; J. C. Meeus, *Canon of solar eclipses*, Oxford 1966; H. H. Goldstine, *New and full moons 1001 B. C. to A. D. 1951*, Philadelphia 1973.

F. R. Johnson, *Astronomical thought in renaissance England*, Baltimore 1937; E. Zinner, *Entstehung und Ausbreitung der copernicanischen Lehre* (Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen, Bd 74) Erlangen 1943; C. D. Hellman, *The comet of 1577: Its place in the history of astronomy*, New York 1944 (1971); G. Abetti, *Storia dell' astronomia*, 1946, englische Übersetzung: *The history of astronomy*, London 1954; A. Pannekoek, *De groei van ons wereldbeeld*, Amsterdam 1951, englische Übersetzung: *A history of astronomy*, London 1961; D. Durand 1952 a. a. O. (Anhang VIII); T. S. Kuhn, *The Copernican revolution: Planetary astronomy in the development of western thought*, Cambridge/Mass. 1957 (⁵1973); P.-H. Michel, *Renaissance cosmologies, I: Natura artifex. Marsilio Ficino and Giordano Bruno*, in: *Diogenes* 18 (1957), 93-100; A. Koyré, *From the closed world to the infinite universe*, Baltimore 1957 (New York 1958), deutsche Übersetzung: *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum*, Frankfurt/Main 1969; derselbe, *La révolution astronomique: Copernic — Kepler — Borelli*, Paris 1961; englische Übersetzung: *The astronomical revolution: Copernicus — Kepler — Borelli*, Paris etc. (1973); H. A. Wolfson, *The problem of the souls of the spheres from the Byzantine commentaries on Aristotle through the Arabs and St. Thomas to Kepler*, in: *Dumbarton Oaks Papers* 10 (1961), 67-93; O. Pedersen, *The theoria planetarum-literature of the Middle Ages*, in: *Classica et Mediaevalia* 23 (1962), 225-232; G. Harig, *Die Tat des Kopernikus: Die Wandlung des astronomischen Weltbildes im 16. und 17. Jahrhundert*, Leipzig 1962; S. Toulmin/G. J. Goodfield, *The fabric of the heavens*, London 1961 (Harmondsworth 1963), deutsche Übersetzung: *Modelle des Kosmos*, München 1970; C. S. Lewis, *The discarded image*, Cambridge 1964 [zum kosmischen Weltbild des Mittelalters]; C. Schofield, *The geoheliocentric mathematical hypothesis in sixteenth-century planetary theory*, in: *The British Journal for History of Science* 2 (1965), 291-296; C. H. Cotter, *A history of nautical astronomy*, New York 1968; *Colloquia Copernicana: Etudes sur l'audience de la théorie héliocentrique: Conférences du symposium de L'UIHPS Toruń 1973*, hrsg. von J. Dobrzycki et aliis, 2 Bd.e, Wrocław etc. 1972-1973 (zwei weitere Bände erscheinen 1975); D. Wattenberg, *Die Astronomie in Wittenberg zur Zeit des Copernicus*, in: *Die Sterne* 49 (1973), 33-43; O. Gingerich, *From Copernicus to Kepler: Heliocentrism as model and as reality*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 117/6 (1973), 513-522; P. Grierson, *The European heritage*, in: *Ancient cosmologies*, edited by C. Blacker/M. Loewe, London 1975, 225-258. Siehe weiterhin die bereits in den Anmerkungen genannten Arbeiten von D. de Beaver 1970 (Anm. 101), H. Blumenberg 1971 (Anm. 66), W. S. Contro 1970 (Anm. 107), W. Hartner 1971, 1973 und 1974 (Anm. 112), Z. Horský 1967 (Anm. 66), R. Klug 1943 (Anm. 96), F. Krafft 1973 (Anm. 56 und 104), 1974 (Anm. 102) und 1975 (Anm. 92, 105 und 110), K. P. Moesgaard 1974 (Anm. 109), E. Rosen 1959 (Anm. 103) und 1961 (Anm. 106), N. Swerdlow 1972 (Anm. 106), V. E. Thorn 1973 (Anm. 122) und E. Zinner 1938 (Anm. 97).

E. Zinner, *Deutsche und niederländische astronomische Instrumente des 11.-18. Jahrhunderts*, München 1956 (²1967); D. J. de Solla Price, *The first scientific instruments of the renaissance*, in: *Physis* 1 (1959), 26-30; O. Muir/G. Saarmann, *Der Globus im Wandel der Zeiten: Eine Geschichte der Globen*, Berlin/Stuttgart 1961; E. Poulle, *Un constructeur d'instruments astronomiques au XVe siècle: Jean Fusoris*, Paris 1963; H.-G. Körber, *Zur Geschichte der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen des 16. bis 18. Jahrhunderts* (Veröffentlichungen des staatlichen Mathemat.-physikal. Salons, Dresden, Bd 3) Berlin 1965; M. Bobinger, *Alt-Augsburger Kompaßmacher: Sonnen-, Mond- und Sternuhren: Astronomische und mathematische Geräte, Räderuhren*, Augsburg 1966; A. de Smet, *Das Interesse für Globen in den Niederlanden in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts* (Veröffentlichungen des staatlichen Mathemat.-physikal. Salons, Dresden, Bd. 5), Berlin 1967; A. Fauser, *Die Welt in Händen: Kurze Kulturgeschichte des Globus*, Stuttgart 1967; Z. Horský/O. Škopová, *Astronomy gnomonics: A catalogue of instruments of the 15th to the 19th centuries in the collections of the National Technical Museum, Prague, Praha* 1968.

D. C. Allen, *The star-crossed renaissance*, Durham/D. C. 1941; M. Graubard, *Astrology and alchemy: Two fossil sciences*, New York 1953; L. Thorndike, *The true place of astrology in the history of science*, in: *Isis* 46 (1955), 273-278; M. Graubard, *Astrology's demise and its bearing on the decline and death of belief*, in: *Osiris* 13 (1958), 210-261; W. Hartner, *The Mercury horoscope of Marcantonio Michiel of Venice: A study in the history of renaissance astrology and astronomy*, in: *Vistas in Astronomy* 1 (1955), 84-138, auch in: derselbe, *Oriens-Occidens: Ausgewählte Schriften zur Wissenschafts- und Kulturgeschichte*, Hildesheim 1968, 440-495; N.-E. Peuckert, *Astrologie* (Geschichte der Geheimwissenschaften, Bd 1) Stuttgart 1960; H. M. Böttcher, *Sterne, Schicksal und Propheten: 30 000 Jahre Astrologie*, München 1965; W. Knappich, *Geschichte der Astrologie*, Frankfurt/Main 1967; N. von Sementowsky-Kurilo, *Der Mensch griff nach den Sternen: Astrologie in der Geistesgeschichte des Abendlandes*, Zürich/Stuttgart 1970; W. Shumaker, *The occult science in the renaissance: A study in intellectual patterns*, Berkeley etc. 1972; K. Haberkamm, *Sensus astrologus: Zum Verhältnis von Literatur und Astrologie in Renaissance und Barock*, 1973.

W. Hess, *Himmels- und Naturerscheinungen in Einblattdrucken des XV. bis XVIII. Jahrhunderts*, Nieuwkoop 1973 (ursprünglich Leipzig 1911); A. G. Roth, *Die Gestirne in der Landschaftsmalerei des Abendlandes*, Bern 1945; E. Chojacka, *Astronomische und astrologische Darstellungen und Deutungen bei kunsthistorischen Betrachtungen alter wissenschaftlicher Illustrationen des XV.-XVIII. Jahrhunderts* (Veröffentlichungen des staatlichen Mathematisch-physikalischen Salons, Dresden, Bd. 4), Berlin 1967 (aus dem Polnischen); B. Weber, *Erschröckliche und warhafftige Wunderzeichen 1543-1586*, Zürich 1972.

V. CHEMIE UND ALCHEMIE

J. Ferguson, *Bibliotheca chemica: A catalogue of the alchemical, chemical and pharmaceutical books*, 2 Bd.e, London 1954 (ursprünglich Glasgow 1906); D. Duveen, *Bibliotheca alchemica et chemica*, London 1949 (1965); K. Frick, Einführung in die alchemiegeschichtliche Literatur, in: *Sudhoffs Archiv* 45 (1969), 147-163; J. Neu, *Chemical, medical and pharmaceutical books printed before 1800*, Madison 1965. J. R. Partington, *A short history of chemistry*, London 2¹⁹⁴⁸; H. E. Fierz-David, *Die Entwicklungsgeschichte der Chemie*, Basel 2¹⁹⁵²; E. Faber, *The evolution of chemistry: A history of its ideas, methods, and materials*. New York 1952; R. P. Multhauf, *Medical chemistry and the Paracelsians*, in: *Bulletin of the History of Medicine* 28 (1954), 101-126; derselbe, *The significance of distillation in renaissance medical chemistry*, ebendort 30 (1956), 329-346; H. M. Leicester, *The historical background of chemistry*, New York/London 1956; E. J. Holmyard, *Alchemy* (Pelican Book), Harmondsworth 1957; J. R. Partington, *A history of chemistry*, Bd. 2, London 1961 (1969); J. Read, *Through alchemy to chemistry: A procession of ideas and personalities*, London 2¹⁹⁶¹ (New York 1963); W. Schneider, *Lexikon alchemistisch-pharmazeutischer Symbole*, Weinheim/Bergstraße 1962; A. G. Debus, *Solution analyses prior to Robert Boyle*, in: *Chymia* 8 (1962), 41-61; derselbe, *Robert Fludd and the chemical philosophy of the renaissance*, in: *Organon* 4 (1967), 119-126, derselbe, *The chemical dream of the renaissance*, Cambridge 1968; derselbe, *Fire analysis and the elements in the sixteenth and the seventeenth centuries*, in: *Annals of Science* 23 (1967), 127-147; derselbe, *Mathematics and nature in the chemical texts of the renaissance*, in: *Ambix* 15 (1968), 1-28; derselbe, *Palissy, Plat and English agricultural chemistry in the 16th and 17th centuries*, in: *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 21 (1968), 67-88; derselbe, *The Paracelsians and the chemists: The chemical dilemma in renaissance medicine*, in: *Clio medica* 7 (1972), 185-199; derselbe, *Motion in the chemical texts of the renaissance*, in: *Isis* 64 (1973), 5-17; R. P. Multhauf, *The origins of chemistry*, London 1966 (Chicago 1967); F. Szabadváry, *Geschichte der analytischen Chemie*, Braunschweig/Budapest 1966, englische Übersetzung: *History of analytical chemistry*, Oxford 1966; C. A. Bucland, *The arts of the alchemists*, New York 1968; W. Schneider, *Geschichte der pharmazeutischen Chemie*, Weinheim/Bergstraße 1972; W. Pagel, *The spectre of van Helmont and the idea of continuity in the history of chemistry*, in: *Changing perspectives in the history of science*, edited by M. Teich/R. Young, London 1973, 100-109; J. Weyer, *Der Alchemist im lateinischen Mittelalter (13. bis 15. Jahrhundert)*, in: *Der Chemiker im Wandel der Zeiten*, hrsg. von E. Schmauderer, Weinheim/Bergstraße 1973, 11-42. — Siehe auch s. v. Astronomie und Astrologie die Werke von M. Graubard und W. Shumaker sowie die bereits in den Anmerkungen genannten Arbeiten von G. Bechtel 1970 (Anm. 65), W. Pagel 1958 (Anm. 65) und L. Thorndike 1923-1958 (Anm. 22). Hilfreich für die Benutzung

von Gesamtdarstellungen ist die Analyse von: J. Weyer, *Chemiegeschichte* - Beschreibung von Wiegleb (1790) bis Partington (1970): Eine Untersuchung über ihre Methoden, Prinzipien und Ziele (*arbor scientiarum*, Bd. A4), Hildesheim 1974.

VI. MINERALOGIE, GEOLOGIE UND BERGBAU

P. Schmidt, *Zur Geschichte der Geologie, Geophysik, Mineralogie und Paläontologie: Bibliographie und Repertorium für die DDR* (Veröffentlichungen der Bibliothek der Bergakademie Freiberg, Nr. 40), Freiberg 1970.

D. Goltz, *Studien zur Geschichte der Mineralnamen in Pharmazie, Chemie und Medizin von den Anfängen bis Paracelsus* (Sudhoffs Archiv, Beiheft 14), Wiesbaden 1972.

P. Brunet, *Les premiers linéaments de la science géologique: Agricola, Palissy, George Owen*, in: *Revue d'Histoire des Sciences* 3 (1950), 67-79; C. C. Beringer, *Geschichte der Geologie und des geologischen Weltbildes*, Stuttgart 1954; A. Cailleux, *Histoire de la géologie*, Paris 1961.

H. Baumgärtel, *Vom Bergbüchlein zur Bergakademie: Zur Entstehung der Bergbauwissenschaften zwischen 1500 und 1765/1770* (Freiburger Forschungshefte, Reihe D, Bd. 50), Leipzig 1965. Siehe auch die in Anm. 35 genannte Literatur zu G. Agricola und E. Fabian a. a. O. (Anhang III).

VII. MECHANIK UND TECHNIK

G. H. Baillie, *Clocks and watches: An historical bibliography*, London 1951; derselbe, *Watchmakers and clockmakers of the world*, London 1963; E. S. Ferguson, *Bibliography in the history of technology*, Cambridge/Mass./London 1968; C. Mitcham/R. Mackey, *Bibliography of the philosophy of technology*, Chicago 1973 (auch: *Technology and Culture* 14 [1973], No. 2, Part II).

A. Uccelli, *Storia della tecnica dal medioevo ai nostri giorni*, Milano 1945; H. Straub, *Die Geschichte der Bauingenieurkunst*, Basel 1949; F. Klemm, *Technik: Eine Geschichte ihrer Probleme*, Freiburg 1954, englische Übersetzung: *A history of western technology*, New York 1959; derselbe, *Der Beitrag des Mittelalters zur Entwicklung der abendländischen Technik* (Beiträge zur Geschichte der Wissenschaft und der Technik, Heft 2), Wiesbaden 1961; derselbe, *Die Rolle der Technik in der italienischen Renaissance*, in: *Technikgeschichte* 33 (1965), 221-243; *A history of technology*, edited by C. Singer et alii, Bd. 2-3, Oxford 1956-1957; H. Rouse/S. Ince, *History Hydraulis*, 1957 (New York 1963); U. Forti, *Storia della tecnica dal medioevo al rinascimento*, Firenze 1957; R. J. Forbes, *Man the maker: A history of technology and engineering*, London 1958; M. Clagett, *The science of mechanics in the Middle Ages*, Madison etc. 1959; J. K. Finch, *The story of engineering*, Garden

City/N. Y. 1960; L. Aitchison, *A history of metals*, 2 Bde, New York/London 1960; T. K. Derry/T. I. Williams, *A short history of technology, from the earliest times to A. D. 1900*, New York/Oxford 1961; P. Rossi, *I filosofi e le macchine (1400-1700)*, Milano 1962 (1972), englische Übersetzung: *Philosophy, technology and the arts in the early modern era*, New York etc. 1970; *Histoire générale des techniques*, hrsg. von M. Daumas, Bd. 1-2, Paris 1962-1965; A. G. Keller, *A theatre of machines*, London 1964; B. Gille, *Les ingénieurs de la renaissance*, Paris 1964; englische Übersetzung: *The renaissance engineers*, London 1966, und: *Engineers of the renaissance*, Cambridge/Mass. 1966, deutsche Übersetzung: *Ingenieure der Renaissance*, Wien/Düsseldorf 1968; D. J. de S. Price, *Automata and the origins of mechanism and mechanistic philosophy*, in: *Technology and Culture* 5 (1964), 9-23; S. A. Bedini, *The role of automata in the history of technology*, ebenda 24-42; E. L. Edwardes, *Weight-driven chamber clocks of the Middle Ages and Renaissance*, Altrincham 1965 (Old weight-driven chamber clocks, 1350-1850, Vol. 1); C. M. Cipolla, *Guns and sails in the early phase of European expansion, 1400-1700*, London 1966; derselbe, *Clocks and Culture, 1300-1700*, London 1967; M. Schramm, *The mechanical problems of the 'Corpus Aristotelicum', the 'Elementa lordani super Demonstrationem Ponderum' and the mechanics of the sixteenth century*, in: *Atti del primo convegno internazionale di ricognizione delle fonti per la storia della scienza italiana: I secoli XIV-XVI* (Pisa, 14-16 Settembre 1966), Firenze 1967, 151-163; F. Braudel, *Civilisation matérielle et capitalisme (XVe-XVIIIe siècle)*, Paris 1967; deutsche Übersetzung: *Die Geschichte der Zivilisation 15. bis 18. Jahrhundert*, München 1971; *Technology in western civilization*, edited by M. Kranzberg/C. W. Pursell Jr., 2 Bde, New York 1967 (Bd. 1: *The emergence of modern industrial society: Earliest times to 1900*); L. Mumford, *The myth of the machine: Technics and human development*, New York 1967, deutsche Übersetzung: *Mythos der Maschine: Kultur, Technik und Macht*, Wien etc. 1974; W. Seibicke, *Versuch einer Geschichte der Wortfamilie um τέχνη in Deutschland vom 16. Jahrhundert bis etwa 1830* (Technikgeschichte in Einzeldarstellungen, Nr. 10), Düsseldorf 1968; W. Parsons, *Engineers and engineering of the renaissance* (Baltimore 1939), 1968; A. Stöcklein, *Leitbilder der Technik: Biblische Tradition und technischer Fortschritt*, München 1969; *Mechanics in the sixteenth-century Italy: Selections from Tartaglia, Benedetti, Guido Ubaldo & Galileo*, translated and annotated by S. Drake and I. E. Drabkin, Madison etc. 1969 (dazu: C. B. Schmitt, *A fresh look at mechanics in 16th century Italy*, in: *Studies in the History and Philosophy of Science* 1 [1970], 183-197); A. Keller, *A renaissance humanist looks at 'new' inventions: The article 'Horologium' in Giovanni Tortelli's De orthographia*, in: *Technology and Culture* 11 (1970), 345-365; F. Krafft, *Dynamische und statische Betrachtungsweise in der antiken Mechanik* (Boethius Bd 10), Wiesbaden 1970; derselbe, *Die Stellung der Technik zur Naturwissenschaft in Antike und Neu-*

zeit, in: *Technikgeschichte* 37 (1970), 189-209, und: *Humanismus und Technik* 15 (1971), 34-50; J. H. Leopold, *The Almanus manuscript (Staats- und Stadtbibliothek Augsburg No. 209, Rome ca. 1475 bis ca. 1485)*, London 1971 [Beschreibung von 30 zeitgenössischen Uhren]; P. G. Coole/E. Neumann, *The Orpheus clocks*, London etc. 1972; P. L. Rose/S. Drake, *The pseudo-aristotelian „Questions in mechanics“ in renaissance culture*, in: *Studies in the Renaissance* 18 (1971), 65-104; L. White Jr., *The flavor of early renaissance technology*, in: *Developments in the early renaissance: Papers of the second annual conference of the Center for Medieval and Early Renaissance Studies, State University of New York, at Binghamton 4-5 May 1968*, edited by B. S. Levy, Albany/N. Y. 1972, 36-57; F. Klemm, *Technische Entwürfe in der Epoche des Manierismus, besonders in der Zeit zwischen 1560 und 1620*, in: *Humanismus und Technik* 16 (1972), 1-23; F. J. Guilmartin, *Gunpowder and galleys: Changing technology and mediterranean warfare at sea in the sixteenth century*, London 1974; *Storia della tecnica, direzione e coordinamento di A. A. Capocaccia*, Vol. 2; U. Forti, *Dalla rinascita dopo il mille alla fine del rinascimento*, Torino 1974. Siehe weiterhin die bereits in den Anmerkungen genannten Arbeiten von M. Boas Hall 1949 (Anm. 83), R. Hooykaas 1963 (Anm. 132), F. Krafft 1968 und 1973 (Anm. 130) und P. Sternagel 1966 (Anm. 131); L. Mumford, *The myth of the machine: Technics and human development*, New York 1967; dt. Übers.: *Mythos der Maschine: Kultur, Technik und Macht*, Wien etc. 1974.

VIII. GEOGRAPHIE, KARTOGRAPHIE, NAVIGATION UND GEODÄSIE

L. A. Brown, *The story of maps*, Boston 1950; L. Bagrow, *Die Geschichte der Kartographie*, Berlin 1951; D. Durand, *The Vienna-Klosterneuburg map corpus of the fifteenth century*, Leiden 1952; G. R. Crone, *Maps and their makers: An introduction to the history of cartography*, London 1953 (²1968); C. von Paassen, *The classical tradition of Geography*, 1957; H. Harms, *Künstler des Kartenbildes: Biographien und Porträts*, Oldenburg (1962); L. Bagrow/R. A. Skelton, *Meister der Kartographie*, Berlin 1963, englische Ausgabe: *History of cartography*, Cambridge 1964; W. Bonacker, *Kartenmacher aller Länder und Zeiten*, Stuttgart 1966; R. E. Dickinson, *The makers of modern geography*, New York/Washington 1969; H. Dietmar, *Enzyklopädie der Entdecker und Erforscher der Erde*, 2 Bd.e, 1969; C. Bricker/R. V. Tooley, *De glorie van de cartografie*, Amsterdam/Bruxelles 1969, deutsche Übersetzung: *Gloria Cartographiae: Geschichte der mittelalterlichen Kartographie*, Berlin 1971; G. Grosjean/R. Kinauer, *Kartenkunst und Kartentechnik vom Altertum bis zum Barock*, Bern/Stuttgart 1970; A. K. Biswas, *History of hydrology*, New York etc. 1970; H. Beck, *Geographie: Europäische Entwicklung in Texten und Erläuterungen (Orbis academicus, II 16)*, Freiburg/München 1972; N. J. W. Thrower, *Maps and man: An examination of cartography in relation to culture and civi-*

lization, Englewood Cliffs/N. J. 1972; M. Büttner, *Die Geographia generalis* vor Varenius: *Providentialehre* und *geographisches Weltbild*, Wiesbaden 1973. Siehe weiterhin die in Anm. 41 und 42 genannten Arbeiten von H. Beck 1971, A. W. Crosby 1972, J. H. Elliott 1970, J. R. Hale 1968, G. Hamann 1968, R. Henning ³1944-56, W. Krämer ⁴1967 und J. E. B. Lloyd 1971 sowie H. Schmidt-Falkenberg 1965 a. a. O. (Anm. 85). E. G. R. Taylor, *The heaven-finding art*, London 1956; A. Teixeira da Mota, *L'art de naviguer en Méditerranée du XIIIe au XVIIe siècle et la création de la navigation astronomique dans les océans*, in: *Le navire et l'economie maritime du moyen-âge au XVIIIe siècle principalement en Méditerranée*, hrsg. von M. Mollat, Paris 1958, 127-140; D. W. Waters, *The art of navigation in Tudor and Stuart England*, London 1959 (Folkestone 1974).

G. Perrier, *Petite histoire de la géodésie: Comment l'homme a mesuré et pesé la terre*, Paris 1939, deutsche Übersetzung (ergänzt): *Kurze Geschichte der Geodäsie: Wie der Mensch die Erde gemessen und gewogen hat*, Bamberg 1950; D. Chilton, *Land measurement in the 16th century*, in: *Transactions of the Newcomen Society* 31 (1961), 111-129; V. Bialas, *Praxis geometrica: Zur Geschichte der Geodäsie am Beginn der Neuzeit* (Deutsche Geodät. Kommission bei der Bayer. Ak. der Wiss., Reihe E: Geschichte und Entwicklung der Geodäsie, Nr. 11), München 1970.

IX. BIOLOGIE (BOTANIK, ZOOLOGIE)

P. Smit, *History of the life sciences: An annotated bibliography*, Amsterdam 1974.

W. Rytz, *Wege zum Artbegriff: Von den Kräuterbüchern bis zu Carl von Linné*, in: *Gesnerus* 4 (1947), 121-126; F. F. Cole, *A history of comparative anatomy from Aristotle to the 18th century*, London 1944 (1949); G. Koller, *Daten zur Geschichte der Zoologie*, Bonn 1949; M. Nowikoff, *Grundzüge der Geschichte der biologischen Theorien*, München 1949; E. Stresemann, *Die Entwicklung der Ornithologie von Aristoteles bis zur Gegenwart*, Aachen 1951; E. Callot, *La renaissance des sciences de la vie au XVIe siècle*, Paris 1951; K. E. Rothschuh, *Geschichte der Physiologie*, Berlin etc. 1953; T. Ballauff, *Die Wissenschaft vom Leben: Eine Geschichte der Biologie*, Bd. 1 (Vom Altertum bis zur Romantik) Freiburg/München 1954 (*Orbis academicus*, II 8); A. Davy de Virville, *Histoire de la botanique en France*, Paris 1954; F. S. Bodenheimer, *The history of biology: An introduction*, London 1958; P. Delaunay, *La zoologie au seizième siècle*, Paris 1962; G. Petit/J. Théodoridès, *Histoire de la zoologie des origines à Linné*, Paris 1962; J. Roger, *Ursprung der Formen und Entstehung der Lebewesen: Biologische Theorien, von der Renaissance bis zum Ende des 18. Jahrhunderts*, in: *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg*, Bd. 84 (1962), Heft 2; T. Doby, *Discoverers of blood circulation from Aristotle to the times of da Vinci and Harvey*, London etc. 1963; L. Bush-Brown, *Men with green pens: Lives of*

the great writers on plants in early times, Philadelphia 1964; M. J. Sirks/C. Zirkle, *The evolution of biology*, New York 1964; E. J. Gardner, *History of biology*, Minneapolis 1965 (³1972); K. E. Heilmann, *Kräuterbücher in Bild und Geschichte*, München 1966; U. Lanham, *Origins of modern biology*, New York/London 1968, deutsche Übersetzung: *Epochen der Biologie: Die Geschichte einer modernen Wissenschaft*, München 1972; W. Ley, *Dawn of zoology*, Englewood Cliffs/N. J. 1968; E. S. Rohde, *The old English herbals*, London 1972; K. Mägdefrau, *Geschichte der Botanik: Leben und Leistung großer Forscher*, Stuttgart 1973. - Siehe außerdem besonders die in Anm. 34 und 40 genannten Arbeiten von A. Arber ²1938 und 1953, W. Blunt 1951, P. Dilg 1969 und 1975, G. Harig 1968, J. G. Helmcke 1970, B. Hoppe 1969, B. Milt 1946, C. Nissen 1951, 1953 und 1966 ff., C. E. Raven 1947, J. Stannard 1966 und 1967 und H. Wegener 1951 sowie W. Pagel a. a. O. (Anm. 53).

X. MATHEMATIK

D. E. Smith, *Rara arithmetica: Catalogue of arithmetica printed before 1601 with a description of those in the Library of G. A. Plimpton of New York*, Boston 1908, Addenda, Boston 1939 (Neudruck New York 1970, beigegeben: A. de Morgan, *Arithmetical books from the invention of printing to the present time ...* (London 1847); H. Grosse, *Historische Rechenbücher des 16. und 17. Jahrhunderts und die Entwicklung ihrer Grundgedanken bis zur Neuzeit*, Leipzig 1901 (Wiesbaden 1965); L. C. Karpinski, *Bibliographical check list of all works on trigonometry published up to 1700 A. D.*, in: *Scripta mathematica* 12 (1946), 267-283; A. J. E. M. Smeur, *The sixteenth century arithmetics printed in the Netherlands*, La Haye 1960. - E. G. R. Taylor, *The mathematical practitioners of Tudor and Stuart England*, Cambridge 1954 (1967, 1968, 1970); E. Zinner, *Deutsche und niederländische ... a. a. O.* (s. v. *Astronomie*, Anhang IV). - K. O. May, *Bibliography and research manual of the history of mathematics*, Toronto 1973.

F. Cajori, *A history of mathematical notations*, 2 Bd.e, Chicago 1928-1929 (La Salle 1951-1952); G. Loria, *Storia delle matematiche dall'alba della civiltà al secolo XIX*, 3 Bd.e, Torino 1929-1933 (Milano ²1950; Bd. 2: I secoli XVI e XVII); E. Bortolotti, *La storia della matematica nella università di Bologna*, Bologna 1947; D. J. Struik, *A concise history of mathematics*, New York 1948, deutsche Übersetzung: *Abriß der Geschichte der Mathematik*, Berlin 1961, ⁴1967; O. Becker/J. E. Hofmann, *Geschichte der Mathematik*, Bonn 1951; O. Becker, *Grundlagen der Mathematik in geschichtlicher Entwicklung*, Freiburg/München 1954, ²1964; J. E. Hofmann, *Geschichte der Mathematik* (Sammlung Götschen, Bd. 226/226a, 875, 882), 3 Bd.e, Berlin 1953 (²1963)/1957/1957 (Bd. 1: Von den Anfängen bis zum Auftreten von Fermat und Descartes); englische Übersetzung: *History of Mathematics*, New York 1957; *The world of mathematics: A small library of Literature of mathematics from A'h'mose the scribe to Albert Einstein*, edited by J. R. Newman, 4 Bd.e, New York

1956 (London 1960); K. Menninger, *Zahlwort und Ziffer: Eine Kulturgeschichte der Zahl*, 2 Bde (in 1), Göttingen ²1957-1958 (Breslau 1934, 1. Bd.), englische Übersetzung: *Number words and number symbols*, Cambridge/Mass. 1969; W. W. Rouse Ball, *A short account of the history of mathematics*, New York 1960; A. P. Juschkewitsch, *Geschichte der Mathematik im Mittelalter*, Leipzig 1964 (aus dem Russischen, Moskau 1961); derselbe, *Traditions Archimédiennes en mathématique au Moyen Age*, in: *Organon* 4 (1967), 95-103; derselbe, *Istorija matematiki*; 3 Bde, Moskau 1970-1972 (Bd. 1: Von der Urzeit bis zum Beginn der Neuzeit); C. Naux, *Histoire des logarithmes de Neper à Euler*, Bd. 1, Paris 1966; H. L. Wussing, *European mathematics during the evolutionary period of early capitalistic conditions (15th and 16th centuries)*, in: *Organon* 4 (1967), 89-93; W. Kaunzner, *Über das Eindringen algebraischer Kenntnisse nach Deutschland*, in: *Rechenpfennige. Aufsätze zur Wissenschaftsgeschichte*, K. Vogel zum 80. Geburtstag, München 1968, 91-119; derselbe, *Über den Beginn des Rechnens mit Irrationalitäten in Deutschland: Ein Beitrag zur Geschichte der Rechenkunst im ausgehenden Mittelalter*, in: *Janus* 57 (1970), 241-260; G. Arrighi, *Mathématiques italiennes vers la fin du Moyen-Age et à l'époque de la renaissance*, in: *Organon* 5 (1968), 181-190; M. E. Baron, *The origins of the infinitesimal calculus*, Oxford etc. 1969; P. A. Lawrence, *Renaissance Italien methods of drawing the Ellipse and related curves*, in: *Physis* 12 (1970), 371-404; M. Kline, *Mathematical thought from ancient to modern times*, New York 1972; A. Keller, *Mathematical technologies and the growth of the idea of technical progress in the sixteenth century*, in: *Science, Medicine, and Society in the Renaissance: Essays to honor W. Pagel*, edited by A. G. Debus, London 1972, Vol. 1, 11-27; K. Vogel, *Der Donauraum, die Wiege mathematischer Studien in Deutschland: Mit drei bisher unveröffentlichten Texten des 15. Jahrhunderts*, (Neue Münchner Beiträge zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaft, naturwiss. Reihe, Bd. 3) München 1973; derselbe, *Die Mathematik auf ihrem Weg von den Griechen ins Abendland*, in: *Probata-Probanda*, München 1974, 102-115; M. Folkerts, *Die Entwicklung und Bedeutung der Visierkunst als Beispiel der praktischen Mathematik der frühen Neuzeit*, in: *Humanismus und Technik* 18 (1974), 1-41. Siehe auch die genannten Werke von M. Bense 1949 (Anm. 88), V. Bialas 1970 (Anhang VIII), M. Clagett 1959 und 1964 ff. (Anm. 82), G. Crapulli 1969 (Anm. 141), A. G. Debus 1968 (Anhang V), N. G. Hairtdinova 1970 (Anm. 97), J. E. Hofmann 1971 (Anm. 88), E. Panofsky 1924/25, 1955, 1956 (Anm. 88), H. Schüling 1969 (Anm. 139), M. Steck 1951 (Anm. 88), M. C. Zeller 1944 (Anm. 100) und E. Zinner ²1968 (Anm. 97).

XI. UNIVERSITÄTEN, GESELLSCHAFTEN UND UNTERRICHT

E. Stark/E. Hassinger, *Bibliographie zur Universitätsgeschichte: Verzeichnis der im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland 1945 — 1971 veröffentlichten Literatur*, Freiburg/München 1974.

H. Rashdall, *The universities of Europe in the Middle Ages*, 3 Bde, Oxford 1936 (u. ö.); L. Simeoni, *Storia della università di Bologna*, 2 Bde, Bologna 1940; A. Visconti, *La storia dell' università di Ferrara*, Bologna 1950; P. O. Kristeller, *Die italienischen Universitäten der Renaissance*, (Schriften und Vorträge des Petrarca-Instituts Köln, 1) Krefeld o. J.; derselbe, *The university of Bologna in the renaissance*, in: *Studi e Memorie per la Storia dell' Università di Bologna*, N. S. 1 (1956), 313-323; R. Weiss, *Learning and education in Western Europe from 1470 to 1520*, in: *The New Cambridge Modern History*, Vol I, Cambridge 1957, 95-126; M. H. Curtis, *Oxford and Cambridge in transition 1558-1642*, Oxford 1959; E. Bonjour, *Die Universität Basel von den Anfängen bis zur Gegenwart*, Basel 1960; A. Lhotsky, *Die Wiener Artistenfakultät 1365-1497*, Graz etc. 1965 (Österr. Ak. der Wiss. Wien, Phil.-hist. Klasse, Sb. 247, 2); *Universität und Gelehrtenstand 1400-1800*, hrsg. von H. Rössler/G. Franz, Limburg 1970; A. Kearney, *Scholars and gentlemen: Universities and society in pre-industrial Britain, 1500-1700*, London 1970; C. B. Schmitt, *The faculty of arts at Pisa at the time of Galileo*, in: *Physis* 14 (1972), 243-272; R. G. Frank Jr., *Science, medicine and the universities of early modern England: Background and sources*, in: *History of Science* 11 (1973), 194-216, 239-269. — Siehe auch die in Anm. 14 genannten Arbeiten von P. O. Kristeller 1944/45 und E. Garin 1957.

G. Ritter, *Via antiqua und via moderna auf den deutschen Universitäten des XV. Jahrhunderts*, Heidelberg 1963 [ursprünglich: Sb. der Heidelberger Ak. der Wissenschaften, Phil.-hist. Kl. 1922/7]; A. L. Gabriel, „Via antiqua“ and „via moderna“ and the migration of Paris students and masters to the German universities in the fifteenth century, in: *Antiqui und Moderni: Traditionsbewußtsein und Fortschrittsbewußtsein im späten Mittelalter*, hrsg. von A. Zimmermann (Miscellanea Mediaevalia, Bd. 9), Berlin/New York 1974, 439-483.

F. A. Yates, *The French academies of the sixteenth century*, London 1947; D. J. Geanakoplos 1960 a. a. O. (Anm. 44).

E. Garin, *Il pensiero pedagogico dell'umanesimo*, Firenze 1958; F. Battaglia, *Il pensiero pedagogico del rinascimento*, Firenze 1960; G. Müller, *Bildung und Erziehung im Humanismus der italienischen Renaissance: Grundlagen, Motive, Quellen*, Wiesbaden 1969 u. siehe auch die in Anm. 14 genannten Arbeiten.

XII: ZU EINZELNEN MATHEMATIKERN, NATURFORSCHERN UND INGENIEUREN

Aconcio, Jacopo (ca. 1500 - ca. 1565): *Jacobus Acontius, De methodo, hoc est de recta investigandarum tradendarumque artium ac scientiarum ratione*. Über die Methode, d. h. über die rechte Forschung und Lehre in

- den Künsten und Wissenschaften, übersetzt von A. von der Stein, Einführung und Anmerkungen von L. Geldsetzer, Düsseldorf 1971.
- Aegidius, Guillelmus (2. Hälfte 15. Jh.): G. Aegidius, *Liber desideratus super celestium motuum indagacione sive calculo*, Introduction by D. J. Struik (Dutch classics on history of science, 12), Nieuwkoop 1965.
- Agricola, Georgius, siehe Anm. 35.
- Agrippa von Nettesheim, Cornelius (1486-1535): C. G. Nauert, *Agrippa and the crisis of renaissance thought*, Urbana/Ill. 1965; G. Rudolph, *De incertitudine et vanitate scientiarum*: Tradition und Wandlung der wissenschaftlichen Skepsis von Agrippa von Nettesheim bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts, in: *Gesnerus* 23 (1966), 247-265.
- Alberti, Leon Battista, siehe Anm. 89.
- Al-Bitrudschī (Alpetragius), siehe Anm. 106.
- Aleotti, Giambattista: A. G. Keller, *Pneumatics, automata and the vacuum in the work of Giambattista Aleotti*, in: *The British Journal for the History of Science* 3 (1966/67), 338-347.
- Amico, Giovanni Battista, siehe Anm. 106.
- Apianus, Petrus (1495-1551): D. Wattenberg, *Peter Apianus und sein Astronomicum Caesareum* (mit Faksimile), Leipzig 1967; J. D. North, Werner, *Apian, Blagrove and the meteoroscope*, in: *The British Journal for the History of Science* 3 (1966), 57-65; derselbe, *Apian and Pacioli's polyhedra*, in: *Physis* 7 (1965), 211-214.
- Archimedes, siehe Anm. 82.
- Aristoteles, siehe Anm. 6, 7, 32, 49, 52, 53-61, 64, 132-135 und C. B. Schmitt 1967 a. a. O. (unter G. F. Pico della Mirandola).
- Bacon, Francis, siehe Anm. 54.
- Barbaro, Ermolao (1454 - ca. 1493): C. Dionisotti, *Ermolao Barbaro e la fortuna di Suiseth*, in: *Medioevo e rinascimento: Studi in onore di Bruno Nardi*, Bd. 1, Firenze 1955, 217-253.
- Benedetti, Giovanni Battista (1530-1590): G. B. Benedetti, *Le speculazioni giovanili 'de motu'*, a cura e con introduzione di C. Maccagni, Pisa 1967; C. Maccagni, *Contributi alla biobibliografia di Giovanni Battista Benedetti*, in: *Physis* 9 (1967), 337-364; siehe auch Anm. 135.
- Bessarion, Johannes (-1472): A. G. Keller, *A Byzantine admirer of 'Western progress': Cardinal Bessarion*, in: *Cambridge Historical Journal* 2 (1955), 343-348; siehe auch Anm. 44 und 52.
- Blagrove, John (-1611): siehe unter Apianus.
- Bock, Hieronymus, siehe Anm. 40.
- Bombelli, Raffaele (ca. 1530 - ca. 1572): S. A. Jayawardene, *The influence of practical arithmetics on the 'Algebra' of Rafael Bombelli*, in: *Isis* 64 (1973), 510-523.
- Brahe, Tycho, siehe Anm. 76 und 122 und unten unter D. Fabricius.

- Brunelleschi, Filippo (1377-1446): F. D. Prager/G. Scaglia, *Brunelleschi: Studies of his technology and inventions*, Cambridge, Mass./London 1970.
- Brunfels, Otto, siehe Anm. 40.
- Bruno, Giordano (1548-1600): G. Bruno, *Praelectiones geometricae e ars deformationum*: Testi inditi a cura di G. Aquilecchia, Roma 1964; G. Bruno, *Das Aschermittwochsmahl*, übersetzt von F. Fellmann, Einleitung von H. Blumenberg, Frankfurt/Main 1969; V. Salvestrini, *Bibliografia di Giordano Bruno (1582-1950)*, 2a ed. postuma a cura di L. Firpo, Firenze 1958; H. Védrine, *La conception de la nature chez Giordano Bruno*, Paris 1968; A. M. Paterson, *The infinite worlds of Giordano Bruno*, Springfield 1970; siehe auch Anm. 66 und 68 sowie Anhang IV.
- Burton, Robert (1577-1640): R. G. Barlow, *Infinite worlds: Robert Burton's cosmic voyage*, in: *Journal of the History of Ideas* 34 (1973), 291-302.
- Calcagnini, Celio (1479-1541): H. Blumenberg, *Der archimedische Punkt des Celio Calcagnini*, in: *Studia humanitatis: Ernesto Grassi zum 70. Geburtstag*, hrsg. von E. Hora/E. Keßler, München 1973, 103-112.
- Campanella, Tommaso (1568-1639): A. Corsano, *Tommaso Campanella*, Bari 1961; S. Femiano, *L'antiaristotelismo essenziale di Tommaso Campanella*, in: *Sapienza* 22 (1969), 137-159; siehe auch Anm. 65.
- Cardano, Girolamo (1501-1576): G. Cardano, *The great art or the rules of algebra*, translated and edited by T. R. Witmer, Cambridge, Mass. 1968; D. F. Larder, *The editions of Cardanus' De rerum varietate*, in: *Isis* 59 (1968), 74-77; J. B. Easton, *The origins of algebra*, in: *Studies in History and Philosophy of Science* 2 (1972), 363-368; siehe auch Anm. 55.
- Castellani, Giulio, siehe Anm. 78.
- Cesariano, Cesare, siehe unten unter M. Vitruvius Pollio.
- Clusius, Carolus (Charles de l'Escluse; 1526-1609): O. F. Guglia, *Carolus Clusius: Burgenland und „der berühmteste Botaniker seiner Zeit“*, in: *Biblos* 21 (1972), 145-154.
- Cochlaeus, Johannes (1479-1552): J. Cochlaeus, *Brevis Germaniae descriptio*, mit der Deutschlandkarte des E. Etzlaub von 1512 hrsg., übersetzt und kommentiert von K. Langosch, Darmstadt 1960.
- Columbus, Christopher, siehe Anm. 55.
- Commandino, Frederico (1509-1575): P. L. Rose, *Commandino, John Dee, and the „De superficierum divisionibus“ of Machometus Bagdedinus*, in: *Isis* 63 (1972), 88-93.
- Copernicus, Nicolaus (1473-1543): B. Nardi, *Copernico studente a Padova*, in: *Mélanges offerts à Etienne Gilson*, Toronto/Paris 1959, 437-446. - Die Literatur aus Anlaß des 500. Geburtstages ist noch nicht überschaubar; siehe jedoch Anm. 56, 72, 73, 75, 102-107, 109, 110, 112, 117 und 119 sowie Anhang IV und E. Garin 1973 a. a. O. (unter G. M. Tolosani).
- Cordus, Euricius (1486-1535), siehe Anm. 34.

- Dalechampius, Jacobus (1513-1588), siehe Anm. 34.
- Dee, John (1527-1608): P. L. Rose, *Commandino, John Dee, and the 'De superficierum divisionibus' of Machometus Bagdedinus*, in: *Isis* 63 (1972), 88-93; A. G. Watson, *The provenance of John Dee's manuscript of the 'De superficierum divisionibus' of Machometus Bagdedinus*, in: *Isis* 64 (1973), 382 f.
- Descartes, René, siehe Anm. 57 und 78.
- Digges, Thomas (ca. 1543-1595): J. L. Russel, *The Copernican system in Great Britain*, in: *Colloquia Copernicana Toruń 1973*, Bd. 1 (*Studia Copernicana*, V), Wrocław etc. 1972, 189-239.
- Dioskorides, siehe Anm. 32 und 34 und J. Stannard 1969 unten unter P. A. Matthiolus.
- Dodoens, Rembert (1516-1585): R. Dodoens, *Cosmographica in astronomiam et geographiam isagoge* (1548), edited by A. Louis, Nieuwkoop 1963.
- Dürer, Albrecht (1471-1528); siehe Anm. 88.
- Eugenius von Sizilien, siehe Anm. 9.
- Eukleides, siehe Anm. 81 und 97.
- Fabricius, David (1564-1617): A. W. Lang, *Die 'Nie und warhafftige Beschreibunge des Ostfreslandes' des David Fabricius* (Nordseeküste, Heft 8), Juist 1963; D. Wattenberg, *David Fabricius: Der Astronom Ostfrieslands (1564-1617)*, (Archenhold-Sternwarte, Vorträge und Schriften, Nr. 19) Berlin-Treptow 1964; E. Rosen, *Kepler's Somnium: The Dream or posthumous work on lunar astronomy*, London 1967, 226-232; W. Lenke, *Das Klima des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts nach Beobachtungen von Tycho de Brahe auf Hven, Leonard III. Treuttwein in Fürstenfeld und David Fabricius in Ostfriesland* (Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Bd. 15, Nr. 110), Offenbach 1968.
- Fabricius, Georg (1516-1571): G. Quarg, *Der Humanist Georg Fabricius zum Streit um die Technik*, in: *VDI-Nachrichten* 1963, Nr. 17, 11-15, siehe auch die in Anm. 35 genannte Literatur zu G. Agricola.
- Ficino, Marsilio (1433-1499): C. A. Staudenbaur, *Galileo, Ficino, and Henry More's Psychathanasia*, in: *Journal of the History of Ideas* 29 (1968), 565-578; siehe auch Anm. 65 und 66 und P.-H. Michel 1957 a. a. O. (Anhang IV).
- Finé, Oronce (1494-1555): *Science et astrologie au XVIe siècle: Oronce Finé et son horloge planétaire*, Paris 1971.
- Fludd, Robert, siehe Anhang V.
- Fontana, Giovanni (1393-1455): F. D. Prager, *Fontana on fountains: Venetian hydraulics of 1418*, in: *Physis* 13 (1971), 341-360.
- Francesca, Piero della (ca. 1420-1492): G. Arrighi, *Note di algebra di Piero della Francesca*, in: *Physis* 9 (1967), 421-424.

- Fuchs, Leonhart (1501-1566): G. Fichtner, *Neues zu Leben und Werk von Leonhart Fuchs aus seinen Briefen an Joachim Camerarius I. und II. in der Trev-Sammlung*, in: *Gesnerus* 25 (1968), 65-82; G. Harig, *Zur Einschätzung des Kräuterbuches von Leonhart Fuchs*, in: *Beiträge zur Geschichte der Universität Erfurt* 14 (1968/69), 71-77; H. R. Abe, *Zur Datierung des Erfurter Universitätsaufenthaltes von Leonhart Fuchs*, in: *NTM Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaft, Technik und Medizin* 9, Heft 1 (1972), 56-61; siehe weiterhin die in Anm. 34 und 40 genannte Literatur.
- Galenos, siehe Anm. 32 und 60.
- Galileo, Galilei (1564-1642): S. Drake, *Galileo studies: Personality, tradition, and revolution*, Ann Arbor 1970; derselbe, *Galileo's 'Platonic' cosmogony and Kepler's Prodomus*, in: *Journal for the History of Astronomy* 4 (1973), 174-191; W. R. Shea, *Galileo's intellectual revolution*, New York/London 1972; siehe auch unter Ficino und Anm. 47, 50, 58, 64, 132 und 135.
- Gassendi, Pierre (1592-1655): O. Bloch, *La philosophie de Gassendi*, La Haye 1971; P. Gassendi, *Selected works*, edited and translated by C. B. Brush, New York 1972; W. Detel, *Scientia rerum natura occultarum: Methodologische Studien zur Physik Pierre Gassendis*, Habil.schrift Mannheim 1974 (in Druck); siehe auch Anhang III und Anm. 93.
- Gasser, Achilles Pirmenius (1505-1577): K. H. Burmeister, *Achilles Pirmin Gasser, 1505-1577, Arzt und Naturforscher, Historiker und Humanist*, 4 Bde, Wiesbaden 1970.
- Gesner, Conrad (1516-1565): H. Fischer, *Conrad Gesner (26. März 1516 - 13. Dezember 1565): Leben und Werk*, Zürich 1966; R. Steiger, *Erschließung des Conrad-Geßner-Materials der Zentralbibliothek Zürich*, in: *Gesnerus* 25 (1968), 29-64; siehe weiterhin Anm. 34.
- Ghetaldi, Marino (1566-1627): E. Stipanic, *Marin Getaldic und seine Stellung in der Mathematik und in der wissenschaftlichen Welt*, Belgrad 1961.
- Gilbert, William (1540-1603): S. Kelly, *The De mundo of William Gilbert*, 2 Bde., Amsterdam 1965-1966; siehe auch Anm. 128.
- Goorle, David van: T. Gregory, *Studi sull' atomismo del Seicento, II: David van Goorle e Daniel Sennert*, in: *Giornale critico della Filosofia Italiana* 45 (1966), 44-63.
- Guidobaldo del Monte (1545-1607): G. Arrighi, *Un grande scienziato italiano: Guidobaldo dal Monte in alcune carte inedite della Biblioteca Oliveriana di Pesaro*, in: *Atti dell'Accademia Lucchese di scienze, lettere ed arte* N. S. 12 (1965), 183-199; siehe auch Anm. 132 und 135.
- Hagecius, Thaddaeus (1525-1600): Th. Hagecius ab Hayek, *Dialexis de nova et primus incognitae stellae inusitatae magnitudinis & splendissimi luminis apparitione, & de eiusdem stellae vero loco constituendo ...* (Frankfurt/Main 1574), hrsg. von Z. Horský, (*Cimelia Bohemica*, 1) Praha 1967.

- Harriot, Thomas (1560-1621): R. C. H. Tanner, *La place de Thomas Harriot dans l'histoire de la médecine et de l'astronomie*, in: *Gesnerus* 24 (1967), 75-77; derselbe, *Thomas Harriot as mathematician*, in: *Physica* 9 (1967) 235-247 und 257-292; M. Rukeyser, *The traces of Thomas Harriot*, New York 1971; J. A. Lohne, *Kepler und Harriot: Ihre Wege zum Brechungsgesetz*, in: *Internationales Kepler-Symposium ... a. a. O.* (Anm. 56), 187-214; *Thomas Harriot: Renaissance scientist*, edited by J. W. Shirley, Oxford/New York 1974; siehe auch R. H. Kargon 1966 a. a. O. (Anhang III).
- Hartlib, Samuel (ca. 1600-1670): C. Webster, *Samuel Hartlib and the advancement of learning*, Cambridge 1970.
- Harvey, William, siehe Anm. 60 und T. Doby 1963 a. a. O. (Anhang IX).
- Helmont Jean-Baptiste van (ca. 1577-1644): A. G. Debus, *Motion in the chemical texts of the renaissance*, in: *Isis* 64 (1973), 5-17; siehe auch W. Pagel 1973 a. a. O. (Anhang V).
- Hermes Trismegistos (*Corpus Hermeticum*), siehe Anm. 32 und 68.
- Heron von Alexandria, siehe Anm. 83, 130 und 136.
- Hill, Nicholas (1570-1610): D. McKie, *Englischer Vertreter der Atomlehre vor Dalton*, in: *Endeavour* 25 (1966), 13-15.
- Johannes von Gmunden (ca. 1375-1442): H. H. L. Busard, *Der Traktat 'de sinibus, chordis et arcibus' von Johannes von Gmunden*, Wien 1971; siehe auch Anm. 96.
- Kepler, Johannes (1571-1630): M. Caspar, *Bibliographia Kepleriana: Ein Führer durch das gedruckte Schrifttum von Johannes Kepler*, zweite Auflage besorgt v. M. List, München 1968; *Johannes Kepler: Werk und Leistung*, Redaktion G. Maar (Katalog des Oberöstr. Landesmuseums Nr. 74), Linz 1971; *Kepler Festschrift 1971: Zur Erinnerung an seinen Geburtstag vor 400 Jahren*, Redaktion E. Preuss (*Acta Albertina Ratisbonensia*, Bd 32), Regensburg 1971; *Internationales Kepler-Symposium Weil der Stadt 1971: Referate und Diskussionen*, hrsg. von F. Krafft/K. Meyer/B. Sticker, (*arbor scientiarum*, A 1) Hildesheim 1973; F. Hammer, *Die Astrologie des Johannes Kepler*, in: *Sudhoffs Archiv* 55 (1971), 113-135; siehe auch Anm. 56, 90, 92 und 124 sowie in Anhang IV die Arbeiten von O. Gingerich 1973, A. Koyré 1961 und H. A. Wolfson 1961, E. Rosen 1967 oben unter D. Fabricius und R. S. Westman 1972 unten unter M. Maestlin.
- Leonardo da Vinci, siehe Anm. 17, 39 und 88.
- Machometus Bagdedinus, siehe unter J. Dee.
- Manardo, Giovanni (1462-1536): E. Pifferi, *Giovanni Manardo e la botanica*, in: *Atti del convegno internazionale per la celebrazione del V centenario della nascita di Giovanni Manardo 1462-1536* (Ferrara, 8-9 dicembre 1962), Ferrara 1963, 217-223.

- Martyr von Anghiera, Peter (1457-1526): P. Martyr von Anghiera, *Acht Dekaden über die neue Welt*, übersetzt, eingeführt und mit Anmerkungen versehen von H. Klingelhöfer, 2 Bde., Darmstadt 1972-1973.
- Maestlin, Michael (1550-1631): R. Jarrell, *The life and scientific work of the Tübinger astronomer Michael Maestlin, 1550-1631*, Thesis University of Toronto 1971; R. S. Westman, *The comet and the cosmos: Kepler, Mästlin and the Copernican hypothesis*, in: *Colloquia Copernicana*, I (Studia Copernicana, V), Wrocław, 1972, 7-30.
- Matthiolus, Petrus Andreas (1501-1577): J. Stannard, *P. A. Mattiolo, sixteenth century commentator on Dioscorides*, in: *Bibliographic Contributions*, University of Kansas Libraries 1 (1969), 59-81.
- Medina, Pedro de (1493-): P. de Medina, *A navigator's universe: The Libro de cosmographia of 1538*, translated and with an introduction by U. Lamb, Chicago/London 1972.
- Melanchthon, Philipp (1497-1560): H. G. Geyer, *Mensch und Welt*, Diss. Bonn 1956; W. Maurer, *Melanchthon und die Naturwissenschaft seiner Zeit*, in: *Archiv für Kulturgeschichte* 44 (1962), Heft 2.
- Monantheuil, Henri de, siehe Anm. 132.
- Moleti, Giuseppe, siehe Anm. 132.
- Münster, Sebastian (1489-1552): S. Münster, *Briefe*, lateinisch und deutsch, hrsg. von K. H. Burmeister, Frankfurt/Main 1964; W. Panzer, *Der deutsche Geograph Sebastian Münster* (Beiträge zur Ingelheimer Geschichte, Heft 4), Ingelheim 1953; R. Oehme, *Sebastian Münster und Heidelberg*, in: *Geographische Rundschau* 15 (1963), - ; K. H. Burmeister, *Sebastian Münster: Versuch eines biographischen Gesamtbildes* (Basler Beiträge zur Geschichtswissenschaft, Bd. 91), Basel 1963; derselbe, *Sebastian Münster, eine Bibliographie*, Wiesbaden 1964.
- Napier, John (1550-1617): N. T. Gridgeman, *John Napier and the history of logarithms*, in: *Scripta mathematica* 29 (1973), 49-65; siehe auch C. Naux 1966 a. a. O. (Anhang X).
- Nifo, Agostino (ca. 1473 - ca. 1538): E. P. Mahoney, *Nicoletto Vernia and Agostino Nifo on Alexander of Aphrodisias: An unnoticed dispute*, in: *Rivista critica di storia della filosofia* 23 (1968), 268-296.
- Pacioli, Luca, siehe oben unter P. Apianus.
- Palissy, Bernard, siehe P. Brunet 1950 a. a. O. (Anhang VI) und A. G. Debus 1968 a. a. O. (Anhang V).
- Paracelsus (1493/4-1541): K.-H. Weimann, *Paracelsus-Bibliographie 1932-1960, mit einem Verzeichnis neuentdeckter Paracelsus-Handschriften (1900-1960)*. Wiesbaden 1963; siehe auch die in Anm. 65 bzw. in Anhang V genannten Arbeiten von G. Bechtel 1970, A. G. Debus 1972, R. P. Mult-
hauf 1954 und W. Pagel 1958.
- Philoponos, Johannes, siehe Anm. 64.

- Piccolomini, Alessandro (1508-1578): R. Suter, *The scientific work of Alessandro Piccolomini*, in: *Isis* 60 (1969), 210-222; siehe auch Anm. 132.
- Pico della Mirandola, Giovanni (1463-1494): G. Pico della Mirandola, *Disputationes adversus astrologiam divinatricem, libri XII*, a cura di E. Garin, 2 Bd.e (Edizione Nazionale dei Classici del Pensiero Italiano, 2-3), Firenze 1946-1952; J. Colosio, *Pico della Mirandola e la scolastica*, in: *Studi picchiani*, Modena 1965, 41-57; G. di Napoli, *Giovanni Pico della Mirandola e la problematica filosofica del suo tempo*, Roma 1965; P. O. Kristeller, *Giovanni Pico della Mirandola and his sources*, in: *L'opera e il pensiero di Giovanni Pico della Mirandola*, Firenze 1965, Bd. 1, 35-133; C. Wirszubski, *Giovanni Pico's companion to kabbalistic symbolism*, in: *Studies in mysticism and religion, presented to Gershom G. Sholem*, Jerusalem 1968, 353-362; R. B. Waddington, *The sun at the center: Structure as meaning in Pico della Mirandola's 'Heptaplus'*, in: *Journal of Medieval and Renaissance Studies* 3 (1973), 69-86.
- Pico della Mirandola, Giovanfrancesco (1469-1533): Ch. B. Schmitt, *Gianfrancesco Pico della Mirandola (1469-1533) and his critique of Aristotle*, La Haye 1967 und E. Garin, in: *L'età nuova*, Napoli 1969, 449-475.
- Platon, siehe Anm. 6 und 32.
- Plinius Secundus, Gaius, siehe Anm. 32.
- Pomponazzi, Pietro (1462-1525): B. Nardi, *Studi su Pietro Pomponazzi*, Firenze 1965; M. Pine, *Pomponazzi and the problem of 'double truth'*, in: *Journal of the History of Ideas* 29 (1968), 163-176; A. Poppi, *Saggi sul pensiero inedito di Pietro Pomponazzi* (Saggi e Testi, 8), Padova 1970; P. Pomponazzi, *Corsi inediti dell'insegnamento padovano, II: 'Quaestiones physicae et animasticae decem' (1499-1504)*, Introduzione e testo a cura di A. Poppi (Saggi e Testi, 9), Padova 1970; siehe auch Anm. 66.
- Porphyrios, siehe Anm. 124.
- Proklos Diadochos, siehe Anm. 86.
- Ptolemaios, Klaudios, siehe Anm. 6, 9, 10, 85, 111 und 112.
- Ramus, Petrus (1515-1572): C. Walton, *Ramus and Bacon on method*, in: *Journal of the History of Philosophy* 9 (1971), 289-302.
- Recorde, Robert (ca. 1510-1558): J. B. Easton, *On the date of Robert Recorde's birth*, in: *Isis* 57 (1966), 121; derselbe, *A Tudor Euclid*, in: *Scripta mathematica* 27 (1966), 339-355; derselbe, *The early editions of Robert Recorde's Ground of arts*, in: *Isis* 58 (1967), 515-532.
- Regiomontanus, Johannes, siehe 97, 99 und 100.
- Reinhold, Erasmus (1511-1553): A. Birkenmajer, *Le commentaire inédit d'Erasmus Reinhold sur le De revolutionibus de Nicolas Copernic*, in: *La science au seizième siècle: Colloque international de Royaumont, 1-4 juillet 1957*, Paris 1960, 171-177, wiederabgedruckt in: derselbe, *Etudes*

- d'histoire des sciences en Pologne (*Studia Copernicana*, IV), Wrocław etc. 1972, 761-766; O. Gingerich, *The role of Erasmus Reinhold and the Prutenic tables in the dissemination of Copernican theory. Appendix: Sample calculation of precession, and solar and lunar longitude*, in: *Colloquia Copernicana Toruń 1973*, Bd. 2 (*Studia Copernicana*, VI), Wrocław etc. 1973, 43-62, 123-126; derselbe, *From Copernicus to Kepler: Heliocentrism as model and as reality*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 117, Nr. 6 (1973), 513-522.
- Rheticus, Georg Joachim (1514-1574): K. H. Burmeister, *Georg Joachim Rheticus, 1514-1574; Eine Bio-Bibliographie*, 3 Bd.e, Wiesbaden 1967-1968; K. Figala, *Die sogenannten Sieben Bücher über die Fundamente der chemischen Kunst von Joachim Rheticus (1514-1576)*, in: *Sudhoffs Archiv* 55 (1971), 247-256; E. Bernleithner, *Rhetikus - ein Österreicher als Schüler und Freund des Kopernikus*, in: *Der Globusfreund* 21-23 (1974), 50-60.
- Riese, Adam (1492-1559): F. Deubner, ... *nach Adam Riese: Leben und Wirken des großen Rechenmeisters*, Leipzig/Jena (1959).
- Schissler, Christoph (1530/32-1608): M. Bobinger, *Christoph Schissler der ältere und jüngere*, Augsburg/Basel (1954).
- Sennert, Daniel, siehe T. Gregory 1966 a. a. O. (Anh. III).
- Servetus, Michael (1511-1553): H. M. Koelbing, *Servetus traditionaliste*, in: *Gesnerus* 23 (1966), 266-274.
- Stevin, Simon (1548-1620): S. Stevin, *The principal works*, edited by E. J. Dijksterhuis, R. J. Forbes, M. Minnaert, A. Pannekoek, 5 Bd.e, Amsterdam 1955-1967; E. J. Dijksterhuis, *Simon Stevin: Science in the Netherlands around 1600*, La Haye 1970.
- Stifel, Michael (1487-1567): J. E. Hofmann, *Michael Stifel (1487?-1567): Leben, Wirken und Bedeutung für die Mathematik seiner Zeit* (*Sudhoffs Archiv*, Beiheft 9), Wiesbaden 1968.
- Taccola, Jacopo Mariano: F. D. Prager, *A manuscript to Taccola, quoting Brunelleschi, on problems of inventors and builders*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 112, Nr. 3 (1968), 131-149; P. L. Rose, *The Taccola manuscripts*, in: *Physis* 10 (1968), 337-346; J. H. Beck, *Mariano di Iacopo detto il Taccola: Liber tertius de ingeneis ac edifitiis non usitatis*, Milano 1969; G. Scaglia, *Mariano Taccola de machinis*, Wiesbaden 1971; *Mariano Taccola and his book De ingeneis*, edited by F. D. Prager/G. Scaglia, Cambridge/Mass. 1972.
- Tartaglia, Niccolò (ca. 1500-1557): A. Kroyré, *La dynamique de Niccolò Tartaglia*, in: *La science au seizième siècle ... a. a. O.* (unter E. Reinhold), 91-116, und: derselbe, *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, hrsg. von R. Taton, Paris 1966; I. Szabó, *Die Anfänge der äußeren Ballistik*, in: *Humanismus und Technik* 14 (1970), 1-28; siehe auch Anm. 82 und 135.

- Theophrastos von Eresos: N. G. Wilson, *The manuscripts of Theophrastus*, in: *Scriptorium* 16 (1962), 96-102; C. B. Schmitt, *Theophrast in the Middle Ages*, in: *Viator* 2 (1971), 251-270, derselbe 1969 a. a. O. (Anm. 34) ebendort B. Milt 1946; siehe auch Anm. 32.
- Tolosani, Giovanni Maria (16. Jahrh.): E. Garin: *Alle origini della polemica antiocopernicana* [mit Edition: G. M. Tolosani, *De coelo supremo immobili et terra infima stabili, ceterisque coelis et elementis intermediis mobilibus*, 1546/47], in: *Colloquia Copernicana*, Toruń 1973, Bd. II (*Studia Copernicana*, VI), Wrocław etc. 1973, 31-42.
- Tortelli, Giovanni, siehe A. Keller 1970 a. a. O. (Anh. VII).
- Turriano, Juanelo (1500-1585): L. Reti, *The codex of Juanelo Turriano*, in: *Technology and Culture* 8 (1967), 53-66.
- Valla, Giorgio (ca. 1430-1499): P. L. Ruffo, *Note sulla 'Physiologia' di Giorgio Valla*, in: *Physis* 13 (1971), 13-20.
- Vernia, Nicoletto (-): C. Vasoli, *La scienza della natura di Nicoletto Vernia*, in: *Filosofia della natura nel medioevo: Atti del terzo congresso internazionale di filosofia medioevale*, Milano 1966, 717-729; siehe auch unter A. Nifo.
- Vesalius, Andreas, siehe Anm. 39.
- Vespucci, Amerigo (1451-1512): J. A. Aboal Amaro, *Amerigo Vespucci: Ensayo de bibliografía crítica*, Madrid 1962.
- Vespucci, Giovanni (1. Hälfte des 16. Jahrh.): R. Almagia, *Alcune osservazioni sul planisfero di Giovanni Vespucci (1526)*, in: *Rivista Geografica Italiana* 59 (1952), 253-260.
- Vitruvius Pollio, Marcus: H. Koch, *Vom Nachleben des Vitruv* (Deutsche Beiträge zur Altertumswissenschaft, 1), Baden-Baden 1951; C. Cesariano, *Vitruvius De Architectura* (Como 1521), with an introduction and index by C. H. Krinsky (Bild dokumente. Quellenschriften und ausgewählte Texte zur europäischen Kunstgeschichte), München 1969.
- Waldseemüller, Martin (ca. 1470-1518): R. Oehme, *Martin Waldseemüller und der Straßburger Ptolemäus von 1513*, in: *Beiträge zur Sprachwissenschaft und Volkskunde: Festschrift für Ernst Ochs*, Lahr 1951, 155-167.
- Walther, Bernhard, siehe Anm. 101.
- Werner, Johann (1468-1528): J. Dobrzycki, *John Werner's theory of the motion of the eighth sphere*, in: *Actes du XIIe Congrès International d'Histoire des Sciences* (1968), Tome 3a, Paris 1971, 43-45; J. D. North a. a. O. (unter Apianus).

